

सूर्य के इस परिवार में ६ ग्रह हैं जिनके नाम क्रमशः बुध, शुक्र, पृथ्वी, मंगल, बृहस्पति, शनि, यूरेनस, नेपचून और प्लूटो हैं। इनमें सब ग्रहों की अपेक्षा बुध ही सूर्य के अधिक निकट है। सूर्य से अपनी-अपनी दूरियों के आधार पर ही ग्रहों का यह क्रम है। इन ग्रहों के भी अपने-अपने कुल ३१ उपग्रह हैं। चन्द्रमा हमारी पृथ्वी का ही एक उपग्रह है।

इस बड़े परिवार में इनके अलावा, ३०,००० लघुग्रह asteroids भी हैं जो ज्यादातर मङ्गल और बृहस्पति की भ्रमण-कक्षाओं के भीतर-भीतर ही, सूर्य के चारों ओर घूमते रहते हैं। हजारों धूमकेतु comets और अनगिनत चल्काएँ meteors भी इसी परिवार के कच्चे-बच्चे हैं।

यह चल्काएँ धातुओं और पत्थरों के छोटे-बड़े पिण्ड ही हैं जो प्रायः रात के समय प्रकाश की क्षणिक रेखाएँ-सी बनाकर गिरती देखी जाती हैं। भ्रम और अज्ञान के कारण लोग इनको तारों का टूटना कहते हैं, वास्तव में यह चल्काएँ ही हैं जो सूर्य-मण्डल के विशाल आंगन में इधर-उधर उछल-कूद मचाती हुई बिखरी पड़ी हैं। जब कभी यह चल्काएँ अपनी भाग-दौड़ के जोश में मटक कर पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण के फन्दे में आ फँसती हैं तो उसके खिंचाव के कारण बड़े तीव्रवेग से पृथ्वी की ओर दौड़ पड़ती हैं। पृथ्वी के चारों ओर २०० मील की दूरी तक वायु-मण्डल फैला हुआ है जो एक सुदृढ़ ढाल की तरह इन बाहरी हमलावरों से इसकी (पृथ्वी की) रक्षा करता रहता है।

वायुमण्डल के संपर्प के कारण पृथ्वी पर गिरती हुई यह चट्टानें जल बूझती हैं। जलकर भास्म होती हुई इन चट्टानों की विताप्ति को ही हम प्रकाश की क्षणिक रेखा के रूप में देखते हैं। चट्टानों के जो अंश जलकर भास्म नहीं होते उनको घिस-घिसकर यह वायुमण्डल छोटे-छोटे जरों के रूप में बदल देता है। यह फण या जर्ने पृथ्वी की सतह पर रात दिन गिरते रहते और उसे मोटी और अधिक ढपजाऊ बनाते रहते हैं।

हमारी यह पृथ्वी हमें स्थिर और अचल दिख पड़ती है, यद्यपि वास्तव में यह हजारों मील प्रतिघण्टे के वेग से दौड़ रही है। इसकी सतह पर खड़े हुए हमें याकी सभी ग्रह आकाश के आधार पर एक संकीर्ण से चिराब में चलते नजर आते हैं। हमारे पूर्वजों ने ग्रहों के इस संकीर्ण गोलाकार पथ को 'क्रान्ति-वृत्त' Zodiac नाम दिया है। आज हम यह जान गये हैं कि तारा-समूहों (नक्षत्रों) के एक बड़े परन्तु पतले और चपटे क्षेत्र का महत्त एक कल्पित रूप ही यह क्रान्ति-वृत्त है जिसपर हमारी पृथ्वी और अन्य सभी ग्रह, गुरुत्वाकर्षण की शक्ति में हमेशा के लिए बन्दी बने हुए, एक केन्द्रीय तारे (सूर्य) के चारों ओर घूम रहे हैं।

हमारी दृष्टि में सूर्य का चाहे जो महत्व हो, है गह आखिर एक तारा ही और वह भी मैसीले आकार और तापमान का। एक तारा होने के नाते सूर्य का प्रकाश स्वयं उसकी अपनी ही कमाई है—किसी दूसरे से प्रकाश उधार लेकर वह नहीं चमकता।

उसका व्यास पृथ्वी के व्यास का १०८ गुना (८६४,००० मील) है। यदि वह खोलला होता तो हमारी पृथ्वी के बराबर के करीब १३,००,००० पिण्ड उसमें रखे जा सकते थे। उसका गुरुत्वाकर्षण भी पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण का २८ गुना है। जो वस्तु पृथ्वी पर १ मन वजन की होगी, सूर्य पर जाकर वही वस्तु २८ मन वजन की हो उठेगी। यदि मनुष्य किसी तरह वहाँ पहुँच भी जाय तो उसे वहाँ भारी दिक्कत उठानी पड़ेगी। अपनी पैंगलियों को वह इतनी भारी महसूस करने लगेगा कि उनको इपर-उपर हिलाना झुलाना भी उसके लिए मुश्किल हो जायगा।

सूर्य का पिण्ड घघकती हुई आग का एक गोला-सा है। उसकी इस आग की प्रचण्डता का अनुभव हम उससे ६,३०,००,००० मील दूर रहते हुए भी करते हैं। उसकी चमक इतनी तेज है कि हमारी आँखें उस पर टिक ही नहीं पाती। इसके चमकते हुए भाग को 'प्रकाशावरण' कहते हैं। इस आवरण के बाहर पतली गैसों का एक ढक्कन-सा है और उसके भी बाहर लाल रङ्ग का एक थोलासा मेंढा हुआ है। इन सबके बाहर, चारों ओर, एक 'तेजःपुत्र' है। सूर्य के ग्रहण होते समय ही हम 'तेजःपुत्र' और उस 'लाल थोले' को देखने में सुविधा होती है और इस कारण सूर्य का अध्ययन करने के लिए हमारे नक्षत्र-शास्त्री प्रत्येक होने वाले ग्रह-मार्ग को ठीक तरह देख पाने के लिए अपने नात्रो-नामान तेहर दुनिया के दूर-दूर के, परन्तु तनुपुक्त स्थानों में कई दिनों पहिले ही जाकर अपने थड़े जमा होते हैं।

‘तेजःपुत्र’ से निकली हुई जलती गैमें चारों ओर के आकारों में छागों मीछों तक वैसी घटती हुई अपरिमित शक्ति और ताप बिखेरती रहती है जिनका पुत्र भंरा हमारी पृथ्वी के दिसते में आकर हमें जीवन धारण करने में मदद देगा है। सूर्य की ‘छाछ गोठ’ का तापमान ६,०००° भंरा है और उसके केन्द्र का तापमान तो छागों भंरों में है।

आखिर, सूर्य के इस प्रचण्ड ताप, प्रकाश और शक्ति का गोठ क्या है ? अपनी उत्पत्ति के बाद पिण्डों करोड़ों पयों से सूर्य छायातार अपने चारों ओर के आकारों में बड़ी छाप-वादी से अपरिमित ताप और प्रकाश बिखेरता चला आया है, फिर भी उसके भण्डार में कोई कमी होती-सी नहीं जान पड़ती।

उसके इस अभ्रय से दिग्गजेवाले भण्डार के रहस्योद्घाटन में वैज्ञानिकों ने अनेक कल्पनाएँ और मत प्राणु किये हैं। आजका बहुमान्य मत तो यही है कि सूर्य का पिण्ड अधिकतर हृद्गम अणुओं का ही बना हुआ है। जिन मूलतत्वों से यह समूचा विश्व बना हुआ है उनकी सूची में प्रथम स्थान हृद्जन अणु का ही है। एक हृद्जन अणु के केन्द्र या ‘नाभिक’ में धन विद्युत् का एक कण-मोटन-होता है और उसके चारों ओर ऋण-विद्युत् का एक कण-एलेक्ट्रॉन-धूमता रहता है। आगे चलकर अणुओं के विषय में लिखते समय हम इनको स्पष्ट समझावेंगे।

हाँ तो, सूर्य पिण्ड की हृद्जन के प्रत्येक चार अणुओं के नाभिक या मोटन एक साथ मिलकर ‘हीलीयम’ तत्व के एक-

असाधारण उमत्ता और वृद्धि हो जाती है। इसका परिणाम यह होता है कि यहाँ (पृथ्वी पर) रेडियो-लहरों का बहाव बिल्कुल रुक जाता है और इस कारण इन लहरों द्वारा किए जानेवाले समाचारों के प्रसार ठप्प हो जाते हैं। इनको 'रेडियो फेड-आउट्स' radio fade-outs कहते हैं।

मौसम पर भी इन धब्बों का असर होता है; पृथ्वी पर तब भीषण सर्दियाँ पड़ने लगती हैं।

२३ फरवरी सन् १९५६ ई० के दिन तो जब सूर्य-पिण्ड पर ऐसे धब्बे देखे गये थे, और भी एक अनोखी बात देखने में आई। उस दिन सूर्य के पिण्ड पर भीषण विस्फोट हुए, जो अपनी उमत्ता में दस लाख उद्जन-बमों के एक ही साथ फट पड़ने के बराबर थे। इन विस्फोटों के ठीक बाद ही पृथ्वी पर विश्व-किरणों की प्रबलतम बौछारें हुईं। हमारे वैज्ञानिकों ने इसके पहिले इतने भीषण विस्फोट और विश्व-किरणों की इतनी प्रबल बौछार कभी नहीं देखी थी। इन घटनाओं का सही स्पष्टीकरण वह अब तक नहीं कर सके हैं।

यह तो हम पहले ही लिख आये हैं कि अपने ग्रह-परिवार का मुखिया यह सूर्य स्वयं एक तारा ही है, जो अपने जैसे या अपने से छोटे-बड़े अन्य करोड़ों तारों के समान 'आकाश-गङ्गा' (इसका वर्णन हम आगे एक परिच्छेद में करेंगे) का ही एक नागरिक है। परन्तु इन सभी नागरिकों को एक जगह पर ... आराम से बैठने की सख्त मुमानियत है। अपने बच्चों-

कच्चों (ग्रह-परिवार) को साथ लेकर सूर्य भी तारों की इस आकाश-गङ्गा के केन्द्र के चारों ओर प्रति सेकण्ड २५० कि०मीटर के वेग से भाग-दौड़ कर रहा है। उसके इस भ्रमण-वृत्त का अर्द्ध-व्यास करीब ४०,००० प्रकाश-वर्ष है।

सूर्य के ग्रहों पर भी अब हमें एक सड़ती-सी नजर डाल लेनी चाहिए। ऐसा करने के पहिले हम यह स्पष्ट कर देना चाहते हैं कि उन पिण्डों को ही हम ग्रह कहते हैं, जो किसी एक तारे के शरीर से जन्मे हों। तारों की तरह यह ग्रह भी हमें प्रकाश से दिपते हुए दिखाई देते हैं, परन्तु यह उनका निजी प्रकाश नहीं है। जिस तारे से उसने जन्म लिया है, उसके अपने ऊपर पड़ते हुए प्रकाश को ही प्रतिबिम्बित कर वह ग्रह चमकता-सा दिख पड़ता है। तारे और ग्रहों की प्रत्यक्ष पहचान यह है कि तारे तो टिमटिमाते या झिलमिल-झिलमिल करते हैं, परन्तु ग्रह ऐसा नहीं करते; उनका प्रकाश स्थिर ही बना रहता है।

सूर्य का निकटतम ग्रह बुध है। उसके चारों ओर घूमता हुआ यह ग्रह अपनी समूची भ्रमण-कक्षा पर वससे ३६० लाख मील दूर रहता है। उसके बाद सफेद रंग का ग्रह शुक्र है। शुक्र के बाद अपने एक उपग्रह चन्द्रमा को लिए हुए पृथ्वी है। फिर लाल रङ्ग का मङ्गल है, जिसके अपने दो छोटे-छोटे उप-ग्रह हैं। उसके आगे अपने १२ उपग्रहों को लेकर बृहस्पति ग्रह है। ग्रहों में यह सब से बड़े आकार का है। फिर है बारीक छहों से घिरा हुआ शनि, जिसके अपने ६ उपग्रह हैं। इसका एक उपग्रह

टीटन (Titan) तो आकार में चन्द्रमा से भी बड़ा है। पृथ्वी से यूरैमस, नेप्चून और छोटा, परन्तु सूर्य से अति दूर पड़ते हैं।

गुल्ल ज्योतिर्विद प्लूटो को अब एक ग्रह मानने में हिचकिचाते हैं। इनमें डा० जेराल्ड क्विपर (Gerald Kuiper) प्रमुख हैं। डा० क्विपर पिछले कुछ वर्षों से अमेरिका के गरीम राज्य के पल्लेगस्टाफ शहर की लावेल वेपशाला में प्लूटो प्रणाली के विषय में अन्वेषण कर रहे हैं। अपने इन अन्वेषणों के कुछ परिणाम तो उन्होंने अभी हाल में ५ फरवरी १९६६ ई० को प्रकाशित किए हैं। डा० क्विपर के मत में प्लूटो स्वयं एक ग्रह न होकर नेप्चून ग्रह का एक उपग्रह ही है, जो सूर्य से करोड़ों वर्ष पहिले अपने उस ग्रह (नेप्चून) से बंटावत बँटा था।

अपने इस मत की पुष्टि में डा० क्विपर ने निम्नलिखित युक्तियाँ भी पेश की हैं :—

- (१) प्लूटो की भ्रमण-कक्षा नेप्चून की भ्रमण-कक्षा को काटती है। कुछ-कुछ उसके भीतर जा घुसी है। किन्हीं भी दो ग्रहों की भ्रमण-कक्षाओं का ऐसा व्यवहार सौरमण्डल में अन्यत्र नहीं देखा जाता। वास्तव में, कोई ग्रह अपनी गैर-द्रव्य-भात्रा में ऐसी एक अनोखी भ्रमण-कक्षा बना ही सकता है।

- (२) अन्य ग्रहों की समकेन्द्रक भ्रमण-कक्षाओं की अपेक्षा प्लूटो

की भ्रमण-कक्षा एक जगह तो 10° अंशों से भी कुछ अधिक ही मुकी हुई है।

३) अपनी धुरी पर अपने ही चारों ओर घूमने में प्लूटो की काल ६॥ दिन लगते हैं। किसी एक ग्रह के इतने लम्बे परिभ्रमण-काल की कोई विचार-पूर्ण आशा ही नहीं की जा सकती। स्मरण रहे कि नेप्चून का परिभ्रमण-काल १६ पण्टों का है और पृथ्वी का २४ पण्टों से कुछ कम ही।

(४) अन्य ग्रहों को देखते हुए आकार-परिमाण में प्लूटो बहुत अधिक छोटा है—पृथ्वी के पिण्ड का सिर्फ ३० वां भाग ही। इन सब बातों को देखते हुए डा० किपर ने यही निष्कर्ष निकाला है कि आरम्भ में गैस की जिस द्रव्य-मात्रा से नेप्चून ग्रह बना था, उससे टूटकर ३ पिण्ड अलग जा पड़े थे। इनमें से दो को तो किसी प्रकार मनाकर नेप्चून ने अपना अनुवर्त्ती बना लिया, परन्तु छठी प्लूटो न माना और उसने अपनी एक स्वतन्त्र भ्रमण-कक्षा बना ली।

प्लूटो की यह भ्रमण-कक्षा सूर्य से ३,६७०,०००,००० मील दूर है।

यह बात खास ध्यान देने की है कि इन सभी ग्रहों की भ्रमण-कक्षाएँ दीर्घ-वृत्ताकार (elliptical) ही हैं। इन कक्षाओं पर चक्कर देते हुए यह सब ग्रह सूर्य से अपनी दूरियों में और अपनी कक्षाओं पर भागने के वेगों में थोड़ा-बहुत घटाव-बढ़ाव भी करते रहते हैं। अपनी भ्रमण-कक्षाओं पर ही जब वह सूर्य

के निकटतम होते हैं, तब उनके भागने का वेग तीव्रतम हो जाता है और जब वह उससे अधिकतम दूर होते हैं, तब उनका वेग भी मन्द हो जाता है। उनकी इन गतियों और वेगों नियामक वह नाजुक सन्तुलन ही है, जो उनके लगातार सही, आगेकी ओर, चलते रहने की प्रवृत्ति (inertia) और उन पकड़े रखने वाली सूर्य की गुरुत्वाकर्षण शक्ति के बीच है। यह नाजुक और सूक्ष्म सन्तुलन ही इन ग्रहों को एक ओर तो सूर्य की पार्श्व से छूटकर दूर भटक जाने से रोकता है, और दूसरी ओर इनको सूर्य के घघकते हुए पिण्ड में कूद कर भस्म हो जाने से भी रोकता है।

ठीक यही नियम धूमकेतुओं पर भी लागू है। अपनी अत्यन्त लम्बी भ्रमण-कक्षाओं के आखिरी छोरों पर पहुँच जाने पर सूर्य के इस गुरुत्वाकर्षण का खिचाव उनकी चालों को धीमी कर देता है और उनको फिर वापिस मुड़ पड़ने को बाध्य कर देता है। इस तरह मुड़कर वह धूमकेतु फिर सूर्य की ओर ही अपनी कक्षाओं पर वापिस भागने लगते हैं। जब वह अपनी कक्षाओं के भीतरी छोरों (सूर्य की ओर) पर आ पहुँचते हैं, तो इनका 'आगे की ओर सीधे चलते रहने का स्वभाव' मानो जोर पकड़ लेता है। इस कारण उनकी चालें तेज हो उठती हैं और फिर वह सूर्य से दूर-दूर अपने भ्रमण-मार्ग पर भागना शुरू कर देते हैं। स्पष्ट है कि सूर्य का गुरुत्वाकर्षण ही इन ग्रहों की भ्रमण-कक्षाओं को बनाता है और फिर उनपर हमेशा नियन्त्रण रखते रहता है।

सूर्य और उसके परिवार का परिचय तो हम दे चुके। अब हमें यह देखना है कि कैसे और क्योंकर हमारी अपनी पृथ्वी से इन अन्य ग्रहों और इस बड़े कुटुम्ब के जन्मदाता और पोषण-कर्ता सूर्य की दूरियाँ आँकी गई।

इसके पहिले कि हम आगे बढ़ें, हमें यह जान लेना जरूरी है कि हमारे अपने रोजमर्रा के जीवन में लम्बाइयाँ नापने की जिन इकाइयों (फुटों और इंचों) को हम काम में लेते हैं वह आकाश के इन निवासियों पर कारगर नहीं बैठती हैं। इन पिण्डों की दूरियाँ नापने और आँकने के लिये तो हमें ज्योतिर्विज्ञान के “कोणीय मापों” (angular measurements) का ही उपयोग करना होता है। प्रत्येक व्यक्ति के लिए यह माप एक ही अर्थ रखते हैं, भ्रम की गुञ्जाइश नहीं।

इन कोणीय-मापों में हम जिन इकाइयों का उपयोग करते हैं, उनको भी जान लेना जरूरी है। कल्पना कीजिए कि चारों क्षितिजों (उत्तरी, पूर्वी, दक्षिणी और पश्चिमी) में घिरा हुआ समूचा आकाश, जो हमें दिख पड़ता है घरावर के ३६० हिस्सों में बँटा हुआ है। इनमें के प्रत्येक हिस्से को हम एक “अंश” (degree) कहते हैं। प्रत्येक “अंश” के भी ६० समान भाग हैं, जिनमें प्रत्येक को एक “कला” (minute) कहते हैं और इस एक “कला” के भी ६० बराबर भाग और हैं जिनमें से प्रत्येक भाग को “विकला” कहते हैं।

अब, किसी भी कोणीय दूरी को इन तीनों ही इकाइयों में

व्यक्त किया जाता है। मान लीजिए, हम कहते हैं कि अमुक यस्तु हम से $3^{\circ} 15' 40''$ कोणीय दूरी पर है। इन मंग्याओं के सिरों पर जो एक बिन्दु और एक और दो तिरछी पाइयाँ हैं, यह क्रम से अंरा, कला और विक्रमा की शोनक हैं। ज्योतिर्विज्ञान में इन संकेतों से हम ऊपर लिखे हुए चोतक ही लेते हैं; यद्यपि जगहों के तापमान बगाले समय भी हम शीर्षबिन्दु का उपयोग किया जाता है जहाँ यह एक दूसरा ही अर्थ रखता है। इसी प्रकार १ पाई से गुट्टों और दो पाइयों से ब्रह्मों का भी बोध कराया जाता है। “बला” और “बिकला” राशियों से समय के हिसाबों को भी बताया जाता है। उस-उस विषय के प्रसङ्ग में, इनका उस विषय से सम्बन्धित अर्थ ही समझना होता है।

मिट्टी के बने हुए पृथ्वी के रंगीन गोले globes तो आपने देखे ही होंगे और यह भी देखा होगा कि इन गोलों पर चारों ओर, पूर्व से पश्चिम की तरफ, अनेक समानान्तर-रेखाएँ खींची हुई होती हैं, जिन्हें अक्षांश-वृत्त (the parallels of latitude) कहते हैं। भूमध्य-रेखा-वृत्त या विषुवत-रेखा-वृत्त (the equator) इन्हीं में का एक वृत्त है। यह विषुवत-रेखा-वृत्त न केवल दोनों ध्रुवों के बीच में ही है, अपितु इन अक्षांश-वृत्तों में सबसे बड़ा है। यह एक बड़ा वृत्त है; दूसरे सब अक्षांश-वृत्त इसकी अपेक्षा छोटे ही हैं।

इन गोलों पर ऊपर से नीचे की ओर, पृथ्वी के उत्तरी और दक्षिणी ध्रुवों को जोड़ते हुए नारंगी की फाँकों की तरह के और

भी वृत्त खींचे हुए रहते हैं ; इन्हें याम्योत्तर-रेखा-वृत्त या रेखांश वृत्त (the meridians of longitude) कहते हैं। अक्षांश-वृत्तों पर यह रेखांश-वृत्त जो कोण बनाते हैं, उन्हें यदि “अंशों” degrees में मापें तो यह देखकर हमें अचरज होगा कि विपुवत्त रेखा-वृत्त पर के कोई दो स्थान, जो एक दूसरे से १ अंश की दूरी पर हैं, अन्य अक्षांश-वृत्तों पर के किन्हीं भी दो स्थानों की आपसी दूरी, जो स्वयं भी १ अंश ही होगी, की अपेक्षा ज्यादा दूरी पर दिख पड़ेंगे।

पृथ्वी के घरातल पर किसी भी एक स्थान की स्थिति बतलाने समय हम इन्हीं “अक्षांश” और “रेखांश” वृत्तों का प्रयोग करते हैं और उसे अमुक अंश, कला और विकला में व्यक्त करते हैं।

आकाश का जो आधा गोल भाग हमारी नज़रों में पड़ता है उसमें भी किसी एक ज्योति-पिण्ड की स्थिति स्पष्ट बतलाने के लिये हम इसी तरह के वृत्तों की कल्पना करते हैं। आकाश के गोले पर कल्पित अक्षांश-वृत्तों को तो “क्रान्ति-वृत्त” (declination और रेखांश-वृत्तों को “विपुवांश” right ascension) कहते हैं। किसी भी एक तारे अथवा अन्य ज्योति-पिण्ड की विपुव-वृत्त से उत्तर या दक्षिण की ओर, जो कोणीय दूरी है उसे उस तारे या पिण्ड का क्रान्ति-वृत्त कहते हैं और उसे अंशों, कलाओं और विकलाओं में प्रकट करते हैं। विपुवांशों को भी इन्हीं इकाइयों में प्रकट करते हैं ; परन्तु इनका

अलग-अलग दिगलाने के लिए इन्हें “समय-भंश”, “समय-कला” और “समय-विकला” कह देते हैं।

जब यह कहा जाता है कि किसी एक निर्दिष्ट समय में चन्द्रमा का कोणीय व्यास $30'$ है, तो इसका भिन्न एक ही मतलब निकलता है—अर्थात्, आकाश के किसी एक बड़े वृत्त की सम्पूर्ण परिधि को पूरी तरह ढँकने के लिए, ऐसे $30'$ कोणीय व्यास के 620 चन्द्रमा एक दूसरे से मटाकर रगने होंगे। जब हम कहें कि अमुक दो तारे, एक दूसरे से $30'$ दूर हैं तो इसका मतलब होगा कि जिस बड़े वृत्त पर वह दोनों मौजूद से दिख पड़ते हैं, उस पर चारों ओर यह दोनों ही तारे, अपनी इस $30'$ कला की आपसी दूरी को बनाए रखते हुए, 620 बार खसे जा सकते हैं। इस प्रकार हम देखते हैं कि आकाश में दिख पड़ने वाली इन ज्योतिषिण्डों की दूरियों को नापने में जिन कोणीय मापों का उपयोग किया जाता है, उनमें भ्रम की तकनीक भी गुञ्जाइश नहीं है।

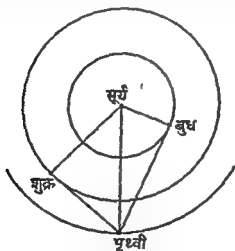
अब हम सौर-मण्डल से आरम्भ करते हैं। हम जानते हैं कि बुध और शुक्र दोनों सूर्य के चारों ओर ही घूमते हैं और यह भी कि उनकी भ्रमण-कक्षाएँ पृथ्वी की भ्रमण-कक्षा के भीतर ही पड़ती हैं। दूसरे शब्दों में हम यों कह सकते हैं कि पृथ्वी सूर्य की परिक्रमा करने के साथ-साथ बुध और शुक्र की भी परिक्रमा देती रहती है। इसका परिणाम यह होता है कि सूर्य, बुध और शुक्र की कोणीय दूरियाँ हमेशा 60° अंशों से कम ही होती हैं।

वास्तव में यह दोनों ही ग्रह बुध और शुक्र आकाश में सूर्य से पूर्व अथवा पश्चिम की ओर लगातार कुछ-कुछ दूर हटते हुए घूमते रहते हैं। कुछ दिनों बाद उनकी दूर हटने की गति धीमी होती-होती रुक जाती है और कुछ समय रुकने के बाद वह सूर्य की ओर फिर चलने लग जाते हैं। जिस क्षण इनमें का कोई एक ग्रह सूर्य से अपनी ज्यादा से ज्यादा दूरी पर होता है, उस क्षण को उस ग्रह का "महत्तम-सूर्यान्तर-कोण" (maximum elongation) कहते हैं।

समझने में आसानी के लिये हम पहिले यह मान लेते हैं कि महत्तम-सूर्यान्तर-कोण की कोणीय दूरियाँ हमेशा एकही रहती हैं। यदि बुध, शुक्र और पृथ्वी की तीनों ही भ्रमण-कक्षाएँ, सूर्य को केन्द्र बनाकर, गोलाकार वृत्तही बनाती, तो यह बात बिल्कुल सही होती।

घात को और भी स्पष्ट करने के लिये हम रेखाचित्र ६ दे रहे हैं। इसमें सूर्य, बुध, शुक्र और पृथ्वी को एवं इन तीनों ही ग्रहों की भ्रमण कक्षाओं को, उक्त गोलाकार वृत्त बनाने की धारणा के आधार पर, एक मोटे से पैमाने पर दे रहे हैं। इस आकृति को खींचने में हम बिन्दु "पृथ्वी" से दो सीधी रेखाएँ खींचते हैं। इन दोनों ही रेखाओं द्वारा "पृथ्वी" बिन्दु पर जो कोण बनेगा उसे, शुक्र-ग्रह के महत्तम-सूर्यान्तर-कोण के समय सूर्य और शुक्र के बीच दिख पड़नेवाली कोणाय दूरी के बराबर का बना लेते हैं। इन दोनों सीधी रेखाओं में से

किसी एक पर हम सूर्य को पृथ्वी से, हमारी इच्छानुसार दूरी पर, रखते हैं। फिर बिन्दु “सूर्य” से एक सीधी रेखा खींचते हैं जो पृथ्वी से सीधी हुई उस दूसरी रेखा को बिन्दु “शुक्र” पर काटती है। इस प्रकार बिन्दु “शुक्र” उस ग्रह (शुक्र) की उसके महत्तम सूर्यान्तर-कोण के समय की स्थिति होगी। क्योंकि यूलिड का रेखागणित और हमारा साधारण ज्ञान हमें बतलाता है कि “पृथ्वी-शुक्र” रेखा ठीक उस वृत्त का



रेखाचित्र ६

रट चाप (tangent) ही होगी जिस वृत्त का केन्द्र होगा सूर्य और जिसका अर्धव्यास होगी “सूर्य-शुक्र” रेखा। दूसरे

शब्दों में हम कह सकते हैं कि इस वृत्त का कोई भी भाग "शुक्र" बिन्दु से होकर गुजरने वाली इस रेखा की धार्द ओर तो कभी भी न होगा। परिणाम यह कि, पृथ्वी से देखे जाने पर शुक्र ग्रह इस बिन्दु पर होते समय सूर्य से जितना दूर दिख पड़ेगा उससे ज्यादा दूर वह कभी भी न दिख पड़ेगा।

अब हम "पृथ्वी-सूर्य" और "शुक्र-सूर्य" रेखाओं को नाप सकते हैं और इस प्रकार सूर्य से पृथ्वी और शुक्र की दूरियों का अनुपात जान सकते हैं। ठीक यही प्रक्रिया हम धुध ग्रह को देख भी कर सकते हैं।

इन मारी प्रक्रियाओं को करने में हम यह मानकर चलेंगे कि इन तीनों ही ग्रहों की घ्रमण-कक्षाएँ वृत्ताकार या गोल हैं, परन्तु तथ्य तो कुछ और ही है। ईसा की सत्रहवीं शताब्दी में व्यूटेम्बर्ग (जर्मनी) के सुप्रसिद्ध गणितज्ञ जान केपलर ने यह सिद्ध कर दिया कि यह तीनों ही कक्षाएँ वास्तव में दीर्घ-वृत्ताकार (elliptical) हैं।

रेखाचित्र ७ से मालूम होगा कि एक दीर्घ-वृत्त क्या है और उसका ज्यामितिक रूप कैसे खींचा जाता है। इसको खींचने के लिए हम एक प्रक्रिया यों कर सकते हैं। एक कागज पर दो आलपीनों को एक दूसरे से कुछ दूर के दो बिन्दुओं पर, जो एक बिल्कुल सीधी रेखा में होते हैं,



रेखाचित्र ७

टीक देते हैं। फिर हम एक मजबूत और कड़े घाने को लेते हैं और सबसे इन दोनों ही बालपीनों को कसकर घेर देते हैं। फिर इस धागे के दोनों सिरों को एक छिली हुई पेंसिल की नोक पर मजबूती से गाँठ देकर बाँध देते हैं। अब पेंसिल को इस कागज पर चारों ओर घुमाते हैं। हमें सिर्फ यही ध्यान रखना है कि धागा पेंसिल की लपेट में खूब तना रहे। इस प्रकार घुमाई जाने पर यह पेंसिल एक अण्डाकार आकृति खींच देती है, जो एक शुद्ध दीर्घवृत्त होती है। इस समूची प्रक्रिया में धागे की लम्बाई ठीक वही रहती है, उसमें कुछ भी फर्क नहीं पड़ता। इसका मतलब होता है यह कि “न०” और “न१” दूरियों या रेखाओं का जोड़ हमेशा एक ही होगा। वास्तव में, दीर्घवृत्त एक ऐसी यक आकृति है जिस पर के किसी भी एक बिन्दु की किन्हीं दो अन्य बिन्दुओं से दूरियों का योगफल हमेशा एक ही या स्थायी रहता है। “न” और “न१” दोनों को ही नाभि-बिन्दु (focus) कहते हैं। किसी भी एक ग्रह की दीर्घ-वृत्ताकार भ्रमण-कक्षा में सूर्य हमेशा इन दोनों नाभि-बिन्दुओं में से किसी एक पर होता है।

“न१” और “न”, इन दोनों ही दूरियों का योग स्थायी ही रहता है; परन्तु बिन्दु “प” अथवा पेंसिल जैसे-जैसे वक पर चारों ओर घूमता है, दूरी “न०” घटती या बढ़ती रहती है। हम अपनी इच्छानुसार इस दीर्घ-वृत्त को मोटा या संकीर्ण बना सकते हैं; ऐसा करने में हमें इन दोनों बालपीनों की धापसी

दूरी में ही हेरफेर करना होगा, परन्तु धागे की लम्बाई हर हालत में बही रहेगी। अगर हम इन दोनों ही आलपीनों को एक ही बिन्दु पर ले आवें तो उस हालत में जो आकार बनेगा, वह दीर्घ-वृत्त न होकर, वृत्त या गोला ही होगा; उस हालत में “न प” और न१प” इन दोनों की लम्बाइयाँ भी बराबर ही होंगी। यदि हम इन दोनों आलपीनों को एक दूसरी से इतनी दूर रख दें कि बाहर से इनको घेरनेवाला वह धागा बिल्कुल तन जाय और तब फिर पेंसिल को चलावें तो जो आकार हम खींचेंगे वह एक बहुत ही संकीर्ण दीर्घ-वृत्त होगा जिसमें “नप” की लम्बाई, एक ओर तो बहुत ही छोटी हो जावेगी, परन्तु “न१प” की लम्बाई उतनी ही बढ़ जावेगी, और दूसरी ओर “न१प” की लम्बाई बहुत ही छोटी हो जावेगी, परन्तु “नप” की उतनी ही बढ़ी।

प्रायः सारे ही ग्रहों की भ्रमण-कक्षाएँ दीर्घ वृत्ताकार ही हैं। और सूर्य से उनकी दूरियों में ज्यादा हेरफेर भी नहीं होता। पृथ्वी की भ्रमण-कक्षा के आकार को नापने का सबसे सीधा तरीका यह है कि पूरे एक साल भर हम कुछ नियत समयों पर, सूर्य के कोणीय व्यास (angular diameter) के नाप लेते रहें। ऐसा करने पर हमें मालूम होगा कि हर ४ जनवरी को यह कोणीय-व्यास $32' 35''$ होता है, और प्रत्येक ६ जुलाई के दिन $31' 32''$ होता है। इससे हम जान सकते हैं कि निश्चय ही हमारी पृथ्वी, अपने भ्रमण के सिलसिले में, हर साल ४ जनवरी

के दिन सूर्य से अधिकतम निकट रहती है और ६ जुलाई के दिन उससे ज्यादा से ज्यादा दूर। इस प्रकार जानी गई इन दूरियों के आधार पर यदि हम किसी सुविधाजनक पैमाने पर कोई आकृति खींचे, तो वह पृथ्वी की भ्रमण-कक्षा की सही आकृति होगी।

शुक्र ग्रह के एक के बाद एक होनेवाले महत्तम-सूर्यान्तर-कोण ठीक उन दिनों होते हैं, जब कि हमारी पृथ्वी अपनी कक्षा पर के कुछ नियत बिन्दुओं पर होती है। हमारे ज्योतिषीय वेध हमें सही-सही यह बता देते हैं कि इनमें के प्रत्येक अवसर पर हमारी पृथ्वी अपनी कक्षा पर कहाँ होगी। परन्तु एक बात है; इन कई महत्तम-सूर्यान्तर-कोणों के मौकों पर जिन कोणीय दूरियों को हम माप द्वारा प्राप्त करते हैं, वह हमेशा एक-सी नहीं होतीं। शुक्र की सही कक्षा को खींचने में हमें रेखा चित्र ६ की अपेक्षा अधिक सही आकार खींचना होगा। पहले तो हमें ऊपर लिखे अनुसार प्राप्त सूर्य के कोणीय-व्यास के मापों के आधार पर, अथवा किसी अन्य तरीके से, पृथ्वी की समूची दीर्घ-वृत्ताकार कक्षा खींचनी होगी। तब हमें महत्तम सूर्यान्तर-कोणों को प्राप्त करने के लिये रेखाचित्र ६ की तरह आकृति बनामी होगी, जिसमें प्रत्येक अवसर पर पृथ्वी को उसकी अपनी कक्षा पर की तात्कालिक स्थिति में रखना होगा। तब जाकर इस ग्रह शुक्र की एक दीर्घ-वृत्ताकार कक्षा खींची जा सकेगी जो हर मूल में ठीक और सही होगी।

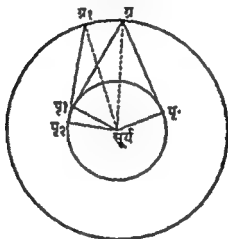
वास्तव में अब हम निश्चित रूप में यह जान गये हैं कि यह कक्षा एक दीर्घ-वृत्त ही है ; इसलिये इसका आकार खींचने के लिये हमें उस ग्रह की भिन्न-भिन्न समयों की सिर्फ तीन स्थितियाँ ही जाननी प्रयाप्त होंगी । यदि हम किसी दीर्घवृत्त के एक नाभि-बिन्दु की स्थिति एवं उस दीर्घ-वृत्त पर के तीन अन्य बिन्दु जान पावें तो यही आसानी के साथ उस दीर्घ-वृत्त का पूरा और सही आकार खींच सकेंगे ।

इस तरीके से हम यह जान सकेंगे कि यह ग्रह अपनी भ्रमण-कक्षा पर हमेशा एक समान वेग से नहीं धूमता । जब यह सूर्य से अपने अधिकतम सामीप्य में, जिसे ज्योतिर्विज्ञान में “रवि-नीच” (Perihelion) कहते हैं, होता है उस समय यह अपने अधिकतम वेग से चलता है और जब यह सूर्य से अपनी अधिकतम दूरी या “सूर्योच्च” (aphelion) में होता है, तब अपने न्यूनतम वेग से चलता है ।

बुध और पृथ्वी ग्रहों पर भी यही बातें लागू होती हैं । जुलाई महीने के अपने वेग की अपेक्षा जनवरी के महीने में पृथ्वी अधिक तेज़ी से घूमती है और जब हम शुक्र अथवा बुध की भ्रमण-कक्षाओं की जानकारी प्राप्त करने के लिए रेखाचित्र ई का ज्यादा सही रूप खींचने का प्रयास करते हैं तब पृथ्वी की कई स्थितियों को प्राप्त करने के लिए उसके जुलाई और जनवरी महीनों के वेगों का ध्यान रखना पड़ता है ।

गुप्त, गुरु और प्रणी से आकार में बड़े नाकी मर्दों को लेकर भी यदि हम वेगही ही प्रक्रियाएँ करें, तो वह प्रानी आगमन नहीं होगी। रेखाचित्र ८ में हम एक बड़े मर्द को लेकर वेगही प्रणी कर रहे हैं। इसमें सूर्य के तारों और प्रणी हुई प्रणी अपनी भ्रमण-कक्षा पर एवं सूर्य के ही तारों और प्रणी हुई वह बड़ा मर्द भी अपनी भ्रमण-कक्षा पर प्रणी हुआ दिखलाया गया है। गरमना के लिए वही हम यह मान लेते हैं कि प्रणी की एवं इस मर्द की भ्रमण-कक्षाएँ वृत्ताकार हैं। यदि यह बड़ा मर्द ठीक उसी बिन्दु पर स्थिर बना रहता, जहाँ उसे रेखाचित्र ८ में दिखलाया गया है तो अपनी भ्रमण-कक्षा के जिस बिन्दु पर प्रणी को दिखलाया गया है वहाँ से, बिना कोई दिक्षत के, तारों की पृष्ठभूमि पर इस मर्द की स्थिति को हम स्पष्ट देख सकते थे। इसी तरह प्रणी प्रणी हुई जब अपनी कक्षा पर के पृ १ बिन्दु पर जा पहुँचती, तब भी हम इस मर्द को देख सकते थे। इन दोनों ही वेधों के बीच के समय को लेकर गणना द्वारा हम इन दोनों बिन्दुओं, पृ एवं पृ १ की स्थितियाँ जान लेते। कोण \angle पृ म पृ १ को तो हम जानते ही होते, क्योंकि यही वह कोणीय दूरी होती जिसे उस मर्द ने, इस बीच के समय \parallel तै की होती। इस प्रकार हम उन दोनों ही रेखाओं "पृम" और "पृ १ म" को खींच सकते जो एक दूसरी को "म" बिन्दु पर काटती और यह "म" बिन्दु ही उस बड़े मर्द की तत्कालीन स्थिति होती।

रेखाचित्र ८ में जिन दो बिन्दुओं "ग्र१" और "ग्र२" को दिखलाया गया है, उसमें कोई मनमानी नहीं की गई है; यही



रेखाचित्र ८

वह दोनों बिन्दु हैं जहाँ सूर्य और वह ग्रह आकारा में एक दूसरे से 90° दूर होते हैं। इस स्थिति को नाक्षत्र-शास्त्र में यों कहेंगे "वह ग्रह समकोणान्तर स्थिति में in quadrature है।" यदि इस ग्रह पर भी कोई नाक्षत्रिक हों तो वहाँ से पृथ्वी का वेध लेने में वह स्पष्टतः इन दोनों धृणों में से किसी एक को ही चुनेंगे, क्योंकि उनके लिए पृथ्वी उस क्षण अपने "महत्तम-सूर्यान्तर-कोण" पर होगी। दूसरा कारण एक और भी है कि

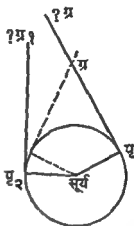
इस प्रकार यह जाहिर भी कर दिया जाय कि इस विषय में तारों को तब पृष्ठभूमि के रूप में शामिल करने की भी कोई जरूरत नहीं होती; सारे ही वेधों को हम सौर-मण्डल के सदस्य ग्रहों तक ही सीमित रख सकते।

परन्तु, यहाँ एक बात यह न भूलनी चाहिए कि यह ग्रह बिन्दु “प्र” पर, स्थायी तो बना ही नहीं रहता है। जब पृथ्वी अपनी कक्षा पर घूमकर बिन्दु “पृ” से बिन्दु “पृ१” पर आ पहुँची होती है, यह ग्रह भी “प्र१” बिन्दु पर आ चुका होता है। इसलिए वेध लेते समय यदि हम पीठ पर के तारों पर ध्यान ही न दें और सिर्फ समकोणान्तर-स्थिति के समय को ही ध्यान में रखें तो हमें दूसरा वेध बिन्दु “पृ२” से लेना होगा, ऐसा करने में कुछ उलझन तो जरूर होगी। इस ग्रह के परिक्रमण-काल The period of revolution (सूर्य के चारों ओर घसके पूरे एक चक्कर देने का समय) को तो हम जानते ही हैं और इस कारण यह भी जानते हैं कि बिन्दु पृ एवं बिन्दु पृ२ से लिए गये इस ग्रह के वेधों के बीच के समय उस परिक्रमण-काल का कितना भंश भीत चुका है। दूसरे शब्दों में तब हम कह सकेंगे कि कोण \angle पृ सू पृ१ को हम जान चुके हैं।

धम की कोई गुञ्जाइरा न रहने देने के लिए हम अब एक नई आकृति खींचते हैं जो है रेखाचित्र ६।

अभी हम यह तो नहीं जान पाये हैं कि यह बिन्दु “प्र”

कहाँ पर है सिवाय यह जानने के कि यह होगा तो कहीं-न-कहीं रेखा “पृ १म” पर ही। इसी प्रकार बिन्दु “म१” के विषय में भी हम सिर्फ इतना ही जानते हैं कि यह बिन्दु भी रेखा “पृ १म१” पर ही कहीं होगा। हमें सिर्फ यही करना है कि हम रेखा “सूर्य-पृ२” को इस तरह घुकेलें कि (यह रेखाचित्र ८) कोण \angle म सूर्य के ग्रावर के एक कोण में से होती हुई अपने साथ-साथ रेखा “पृ२ म१” को, जो उस पर एक लम्ब Perpendicular बनाती है, लेती



रेखाचित्र ९

बैले। रेखाचित्र ६ में यह प्रक्रिया टूटी हुई छोटी रेखाओं के रूप में दिखलाई गई है। अब हम देखेंगे कि ऐसा करने पर रेखाचित्र ६ आगे चलकर रेखाचित्र ८ ही बन जाता है। हम यह जान जाते हैं कि जब पृथ्वी बिन्दु “पृ” पर थी, उस समय यह बिन्दु “म” ठीक वहाँ था जहाँ यह टूटी धारियोंवाली रेखा उस दूसरी रेखा “पृ १म” को काटती है।

यहाँ पर यह स्पष्ट कर देना आवश्यक है कि नाक्षत्रिक वेद्वान [\[१\]](#) ऊपर लिखी प्रक्रियाओं को काम में नहीं लेते हैं। उस तरह के प्रश्नों का हल यह गणनाओं द्वारा ही प्राप्त करते हैं,

न कि ऐसी आकृतियों बनाकर और फिर वनके नाग-जंगल लेकर। त्रिकोण मिति के सिद्धान्तों को ही आधार बनाकर वह वनरो इच्छित परिणाम जान लेते हैं। परन्तु त्रिकोणमिति का ज्ञान तो सबको नहीं होगा, इसलिए ऊपर द्विती प्रक्रियाओं का सार्थकता इसी बात में है कि साधारण ज्ञान रखनेवाला को भी व्यक्ति इनके द्वारा नाभप्रक्रिया के क्रिया-कलापों को आसान से समझ जायेगा। यह तो बिल्कुल सही बात है कि रेखाचित्र ६, ८ और ९ को छेहर जो तर्क एवं प्रक्रियाएँ दी गई हैं वह त्रिकोणमिति के सिद्धान्तों और दूसरे ज्योतिषिक यन्त्रों की अपेक्षा ज्यादा तथ्यपूर्ण और सही हैं क्योंकि इनमें ज्यामिति के सर्व परिचित और सर्वमान्य सिद्धान्तों को आधार बनाया गया है। सर आइज़क न्यूटन जैसे सचकोटि के गणितज्ञ तक ने इन प्रक्रियाओं को काम में लेने में कोई हिचकिचाहट न की थी।

ऊपर हमने आरम्भ में आसानी के लिए इन बड़े ग्रहों की भ्रमण-कक्षाओं को गोलाकार मानकर ही यह सब प्रक्रियाएँ की थीं। परन्तु सत्य तो यह है कि यह बड़े ग्रह भी दीर्घवृत्ताकार कक्षाओं पर ही घूमते हैं। इसलिए यह तो स्पष्ट ही है कि रेखाचित्र ८ और ९ की आसान प्रक्रियाएँ पूर्ण एवं कारगर नहीं हैं। रेखाचित्र ६ के सम्बन्ध में हम जिस प्रकार और आगे बढ़े हैं, ठीक वही बात यहाँ भी करनी होगी, ताकि बातें तथ्यों से पूरा मेल खा सकें। प्रत्येक ग्रह की भ्रमण-कक्षा पर के तीन बिन्दुओं को जानकर ही हम उस समूची कक्षा को खींच सकेंगे; क्योंकि

यह तो हम जानते ही हैं कि यह कक्षा एक दीर्घवृत्त ही है, और सूर्य हमेशा इसके किसी एक नाभि बिन्दु पर ही होता है।

एक बात यहाँ और भी कह देने की है ; वह यह कि न केवल सूर्य ही इन ग्रहों को अपनी गुरुत्वाकर्षण-शक्ति से अपनी ओर खींचता रहता है, अपितु यह ग्रह स्वयं भी एक-दूसरे पर अपनी-अपनी खिंचाव की शक्तियाँ डाले रहते हैं। इन सबका मिला-जुला कर नतीजा यह होता है कि सभी ग्रहों की भ्रमण-कक्षाएँ शुद्ध दीर्घवृत्त न रहकर थोड़ी-थोड़ी ऐंठी हुई-सी रहती हैं। यह भी कि जिन वेगों से यह ग्रह अपनी-अपनी कक्षाओं पर घूमते हैं वह वेग भी केपलर के सीधे से नियम के अनुसार पड़ते बढ़ते रहते हैं। इन प्रभावों को हम स्थान-व्युत्थियाँ (perturbations) कहते हैं।

ऊपर हमने रेखाचित्रों के द्वारा जिन बातों का खुलासा किया है, उनके आधार पर अब कह सकते हैं कि सौर-मण्डल को, सही-सही खींचने का एक पैमाना तो हम पा चुके। गणित की भाषा में हम यों कह सकते हैं कि पृथ्वी और सूर्य के बीच की कम-से-कम दूरी को माप की एक इकाई मानकर, सौर-मण्डल के ग्रहों की हमसे दूरियाँ जाँची जा सकती हैं। इस इकाई को ज्योतिषिक इकाई कहते हैं। यह तो स्पष्ट ही है कि ग्रहों की इन भिन्न-भिन्न दूरियों में से यदि हम किसी भी एक दूरी को मीलों या किलोमीटरों में मापकर लें तो सीधी-सी गणनाओं के द्वारा उन बाकी सब दूरियों को भी जान

सकेंगे। जिस प्रकार किसी भी भौगोलिक नक्शे की माप की इकाई जानकर उस नक्शे में के किन्हीं भी दो स्थानों की आपसी दूरी को हम आसानी से जान सकते हैं, ठीक वसी तरह ग्रहों की दूरियों की इस ज्योतिषिक इकाई द्वारा भी सौर-मण्डल के ग्रहों की आपसी दूरियों को जान सकेंगे।

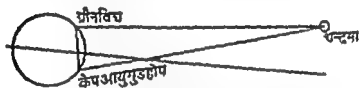
ग्रहों के विषय में तो हम बहुत कुछ कह चुके, परन्तु पृथ्वी से चन्द्रमा की दूरी के विषय को हमने अबतक छुआ ही नहीं। चन्द्रमा हमारा सबसे अधिक निकट का पड़ोसी है; परन्तु जैसा हम आगे लिखेंगे—यह एक अपेक्षाकृत गौण विषय ही है, महज एक ऐसी गली है जो अपने-आप में ही समाप्त हो जाती है। यदि हम इस दूरी को मीलों अथवा किलोमीटरों में जान भी लें तो भी यह जानकारी सौर-मण्डल के अन्य ग्रहों की दूरियाँ बताने में हमें कोई मदद नहीं देगी। हाँ; एक बात जरूर है, इस दूरी की जानकारी, जैसा आगे चलकर मालूम होगा, अन्य ग्रहों की दूरियों के आँकड़ों के सही या गलत होने की जाँच में तो उपयोगी होगी ही।

हमारी पृथ्वी से चन्द्रमा कितना दूर है, यह जानने के लिए हमें चन्द्रमा के लम्बन (parallax) की माप को ही आधार बनाना होगा। इस लम्बन की माप के लिए हमें जैसा कि ग्रहों के विषय में पढ़ चुके हैं, दो अलग-अलग बिन्दुओं से इसे देखना होगा। ग्रहों के विषय में तो हमारे सामने सबसे बड़ी मुश्किल यह थी कि इन दो अलग-अलग बिन्दुओं की आपसी

दूरी को हम मीलों अथवा किलोमीटरों में नहीं जान सकते थे और इस कारण उनकी जगह हमें सूर्य और पृथ्वी की आपस में कमसे कम दूरी को एक ज्योतिषिक इकाई मानकर आगे बढ़ना होता था। परन्तु चन्द्रमा के विषय में हमें एक बड़ी आसानी यह है कि पृथ्वी की सतह पर के ही किन्हीं दो अलग-अलग स्थानों से चन्द्रमा के विषय को देखकर हम यह जान लेंगे कि चन्द्रमा का लम्बन काफी बड़ा होता है। क्योंकि पृथ्वी की सतह पर के इन दोनों ही स्थानों की आपस की दूरी को हम मीलों में जान भी सकेंगे, इसलिए बड़ी आसानी के साथ पृथ्वी से चन्द्रमा की दूरी को मीलों में जाना जा सकेगा।

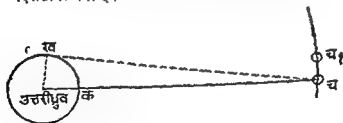
मान लीजिए कि हम ग्रीनविच और केप आफ गुड होप Greenwich and Cape of Good Hope की वेधशालाओं से चन्द्रमा को देखते हैं। इनमें ग्रीनविच तो है इंग्लैंड में और केप आफ गुड होप है उससे दूर नीचे दक्षिण की ओर, दक्षिणी अफ्रीका के छोर पर। हम यह जानते हैं कि यह दोनों ही स्थान एक दूसरे से बिल्कुल सीधे १४०० मील दूर हैं। मान लीजिए, चन्द्रमा उत्तर दिशा में 1° क्रान्ति declination पर है। इन दोनों ही वेधशालाओं से देखे जाने पर हम पाएँगे कि केप आफ गुड होप से देखी गई चन्द्रमा की, तारों की पृष्ठभूमि पर, स्थिति ठीक वही समय ग्रीनविच से देखी गई स्थिति से $1^{\circ} 1' 18''$ (१ अंश १८ कला) दूर उत्तर की ओर दिखालाई देगी। रेखा-चित्र १०

की राह एक पैमाने पर, अथवा जगत् सामान्यी के लिए और विन्दु की होने के स्थान में गगना द्वारा अंकित जाने पर, पृथ्वी के केन्द्र में चन्द्रमा की दूरी प्रायः ३४०,००० मील होती है। यह दूरी लगातार चट्टनी-चट्टनी भी रहती है; क्योंकि न केवल पृथ्वी के चारों ओर चन्द्रमा की प्रसरण-क्षम क्षीय-पृष्ठाकार है, अतएव यह कभी क्षुब्ध की आकर्षण-शक्ति के कारण काफी विचलित भी होती रहती है। अन्य ग्रह भी अपने-अपने आकर्षणों से इसे और भी धीरे-धीरे विचलित करते रहते हैं।



रेखा-चित्र १०

एक अपेक्षा व्यक्ति भी पृथ्वी के किसी एक ही स्थान से इस दूरी को जान सकता है। रेखा-चित्र ११ में यह तरीका दिखाया गया है।



रेखा-चित्र ११

इस चित्र में दर्शक पृथ्वी के उत्तरी ध्रुव पर खड़ा है। यहाँ से चन्द्रमा को वह उसकी समूची भ्रमण-कक्षा पर देख सकता है। जब चन्द्रमा दर्शक के ग्राम्योत्तर meridian पर, अथवा सीधेसादे शब्दों में, उस बड़े वृत्त पर होता है, जो क्षितिज के दक्षिण-बिन्दु से लेकर “सम्बन्धित” Zenith (दर्शक के सिर के ठीक ऊपर का आकाशीय बिन्दु) से होता हुआ गुजरता है, उस समय अलग-अलग समयों में, तारों के पदों पर, अलग-अलग स्थितियों में देखे गये इसके बिम्ब के व्यास को नापकर वह पृथ्वी के केन्द्र के चारों ओर इसकी भ्रमण-कक्षा के आकार को जान सकता है।

यहाँ पर एक बात नहीं भूलनी चाहिए कि दर्शक पृथ्वी के केन्द्र पर नहीं खड़ा होकर उसकी ऊपरी सतह पर ही खड़ा है। यदि वह पृथ्वी के दोनों ध्रुवों में से किसी एक पर नहीं खड़ा है, तो पृथ्वी की अपनी घुरी पर दैनिक भ्रमण-गतिके साथ वह भी वृत्ताकार घुमाया जा रहा है। दर्शक के अपने घुमाव के इस वृत्त का व्यास उसकी अपनी वेधशाला के स्थान के अक्षांश पर निर्भर है।

रेखा-चित्र ११ में हम मान लेते हैं कि दर्शक भौगोलिक विषुव-वृत्त पर खड़ा है और चन्द्रमा खगोलीय विषुव-वृत्त पर है। जब दर्शक की वेधशाला “क” बिन्दु पर है, चन्द्रमा तब ग्राम्योत्तर meridian पर है। इस स्थिति में पृथ्वी का केन्द्र, दर्शक और चन्द्रमा का केन्द्र—तीनों एक ही सीधी रेखा पर हैं। जिस

प्रकार रेखा-चित्र ८ में हम शुरू में ग्रह को स्थायी मानकर चले थे, इसी तरह रेखा-चित्र ११ में भी सहूलियत के लिए हम चन्द्रमा को भी एक बार स्थायी ही मान लेते हैं। करीब ६ घण्टों से कुछ कम ही समय में दर्शक की वेधशाला, पृथ्वी की दैनिक गति के कारण “ख” बिन्दु पर पहुँच जावेगी, जो कि पृथ्वी के केन्द्र के एक ओर करीब ४,००० मील दूर होगा। उस समय यह स्थायी चन्द्रमा अस्त होता-सा होगा, परन्तु तारों के पदों पर इसकी स्थिति ठीक वही न होगी। तब यह मोटे तौर पर करीब 1° (एक अंश) पश्चिम की ओर हटा हुआ दिखाई देगा। क्योंकि दर्शक पृथ्वीके अर्द्ध-व्यासकी लम्बाईका मीलों में जानता है, वह तुरन्त ही रेखा-चित्र १० में दिखालाए गये तरीके पर चन्द्रमा की दूरी निकाल सकेगा।

परन्तु सत्य तो यह है कि चन्द्रमा भी एक ही जगह स्थिर नहीं है, वह भी चलता रहता है। जितने समय में दर्शक की वेधशाला पृथ्वी की गति के कारण “ख” बिन्दु पर पहुँचेगी, चन्द्रमा भी उस समय तक “ब” बिन्दु से चलकर “घ,” बिन्दु पर आ पहुँचेगा। परन्तु जैसा कि हमने रेखा-चित्र ६ की धारणा कहा है, इस बात को हम आई-गई भी कर सकते हैं। हर हालत में, परिणाम एक ही होगा। इस कल्पना के आधार पर चन्द्रमा जिस समय क्षिप जाना चाहिए, उसके पहले ही वह क्षिप और जिस समय उसे उगना चाहिए, उसके बाद उगेगा।

२. १) की दैनिक भ्रमण-गति के कारण दीख पड़ने वाले

चन्द्रमा के इस हटाव को उसका क्षैतिज लम्बन horizontal parallax कहते हैं। इसका मतलब यह नहीं है कि यह हटाव क्षितिज की दिशा में है—ऐसा तो हर्गिस्त नहीं। इसका मतलब सिर्फ यही है कि उसका यह लम्बन क्षितिज पर है। विपुल-वृत्त पर यह हटाव ५४' (कला) से लेकर ६१' तक घटता बढ़ता है। पृथ्वी का अर्ध-व्यास ३६६३ मील है, इसलिये इन लम्बनों की दूरियाँ करीब २,६२,००० और २,२३,००० मील के बीच प्रायः घटती बढ़ती रहती हैं।

दुर्भाग्य से, चन्द्रमा की दूरी का यह ज्ञान जो इतनी आसानी से जाना जा सकता है, सौर-मण्डल के नक्षत्रों का एक पैमाना बनाने में हमें कोई भी मदद नहीं देता। रेखा-चित्र २ पर एक नजर डालने से ही हम इसके कारण को जान पाएँगे। यह तो स्पष्ट ही है कि पृथ्वी के चारों ओर घूमते हुए चन्द्रमा की भ्रमण-कक्षा के वृत्त को हम अपनी सर्तियों के अनुसार चाहे जिस व्यास का बनायें, चित्र के समानुपातों में कोई फर्क न पड़ेगा। परन्तु इसकी भी एक सीमा है; किसी भी हालत में हम उसे इतना बड़ा तो नहीं बना सकते जिससे चन्द्रमा किसी भी ग्रह के परे जा पड़े। ऐसा करना वेध-प्राप्त तथ्यों के विरुद्ध होगा। आकाश में घूमता हुआ चन्द्रमा कभी-कभी हमारे और किसी एक ग्रह के बीच आ जाता है, जिससे वह ग्रह हमारी आँखों से ओझल हो उठता है। ज्योतिषिक भाषा में उस समय वह ग्रह “ग्रस्त” occulted कहलाता है। शुक्र-और मङ्गल जैसे

हमारे निकट के ग्रहों पर यह प्राप्त होता है। इन दोनों ही ग्रहों को हम कभी भी चन्द्रमा के चेहरे पर नहीं देख पाते। इसलिए यह तो निश्चित है कि इन दोनों ही ग्रहों की अपेक्षा चन्द्रमा हमसे ज्यादा नजदीक है।

सौर-मण्डल के एक शुद्ध माप दण्ड को पाने के लिये तो हमें अन्यत्र ही वही गोज करनी होगी। इसके लिये सिर्फ एक ही रास्ता दिग्ललाई पड़ता है। वह यह कि जित्त तरह हमने चन्द्रमा का लम्बन मापा था उम्मी तरह पृथ्वी पर ज्यादा-से-अध्या आपसी दूरी के दो स्थानों से हम सूर्य के लम्बन को भी प्रत्यक्ष नाप लें। दुर्भाग्य से यह तरीका भी हमें बिल्कुल ठीक परिणाम नहीं देगा क्योंकि यह लम्बन बहुत ही सूक्ष्म होगा। जो कोई भी तरीका अपनाया जाय, हमें करना यह होगा कि उस तरीके से प्राप्त लम्बन की राशि को हमेशा ही उस लम्बन-राशि में बदल लें, जिसे पृथ्वी पर एक दूसरी से ३६६३ मील दूर स्थित दो वेधशालाओं से देखे जाने पर सूर्य का केन्द्र दिखला-वेगा। कहना न होगा कि यह ३६६३ मील पृथ्वी का अर्धव्यास है इस संख्या को सौर-लम्बन solar parallax कहते हैं। यदि सूर्य के केन्द्र पर कोई दर्शक हो और वहाँ से वह पृथ्वी को देखे तो उसे मालूम होगा कि पृथ्वी का कोणीय व्यास इस सौर-लम्बन का दुगुना ही है।

तीसरा परिच्छेद

सूर्य और ग्रहों की दूरियाँ, मापदण्ड की खोज

पिछले परिच्छेद में हमने सूर्य के लम्बन का उल्लेख किया है। सौर-लम्बन को जानने का सबसे पहिला प्रयास सूर्य के बिम्ब के आर-पार शुक्र की संक्रान्ति transit के वेध द्वारा किया गया।

हमें पहिले यह देखना है कि शुक्र की यह संक्रान्ति क्या है और क्यों होती है। अपने पूर्वी सूर्यान्तर-कोण elongation से पश्चिमी सूर्यान्तर-कोण की यात्रा और वहाँ ॥ वापिसी में शुक्र दो बार सूर्य और पृथ्वी को मिलानेवाली सीधी रेखा में से होकर गुजरता है। इन दोनों ही अवसरों को युतियाँ conjunctions कहते हैं। ज्योतिषिक भाषा में हम यों कह सकते हैं कि शुक्र उस समय सूर्य के साथ युति किये हुए है। यह युति जब सूर्य से दूर रह कर होती है तब उसे भिन्न-पार्श्विक युति superior conjunction कहते हैं। परन्तु जब यह युति सूर्य के नजदीक से होती है तो उसे सम-पार्श्विक युति inferior conjunction कहते हैं।

यदि शुक्र की भ्रमण-कक्षा पृथ्वी की भ्रमण-कक्षा के ठीक

समान तल या गतह पर होनी अवश्या करीब करीब वैसी होनी तो प्रत्येक समपार्श्विक युति के अवसर पर हम शुक्र की ग्य के विषय पार करते हुए देगा पाते। परन्तु, वास्तव में ऐसा होगा नहीं है। इसका कारण यह है कि पृथ्वी और शुक्र की भ्रमण-कक्षाएँ एक दूसरी की अपेक्षा कुछ झुकी हुई या टेढ़ी है और हम भ्रमण के कारण शुक्र हमेशा ही ग्य के करीब उत्तर व दक्षिण की ओर से उसे पार करता है। समपार्श्विक युतिय क्रमसे प्रायः प्रत्येक ८, १२२, ८ ११६ और ८ वर्षों के अन्तर से होती हैं। इन अवसरों पर शुक्र और पृथ्वी दोनों ही ग्रह अपनी कक्षाओं के उन भागों के पास होते हैं जिन भागों पर उन दोनों ही कक्षाओं के तल या सतहें एक दूसरी को काटते या काटती हैं। ठीक इन्हीं मौकों पर शुक्र अपनी संक्रान्ति ॥ दिखलाई पड़ता है। सबसे पिछला ऐसा अवसर सन् १८८२ ई० में आया था। अगला ऐसा अवसर सन् २००४ ई० में और उससे अगला सन् २०१२ ई० में आवेगा।



रेखा-चित्र १२

रेखा चित्र १२ में पृथ्वी, शुक्र, और सूर्य-तीनों ही दिख-

छाए गये हैं। इस रेखा चित्र को खींचने में किसी एक निश्चित पैमाने का उपयोग नहीं किया गया है। बात को जरा साफ करने के लिये पृथ्वी और सूर्य को काफी बड़े आकारों में दिखलाया गया है। जब शुक्र अपनी संक्रान्ति में होता है, तब “क” वेधशाला से देखे जाने पर “क शु” दिशा में और “ख” वेधशाला से “ख शु” दिशा में दिख पड़ता है। दूसरे शब्दों में “क” वेधशाला से देखी गई शुक्र की स्थिति की अपेक्षा “ख” वेधशाला से देखी गई इसकी स्थिति सूर्य की उत्तरी पाली northern limb के अपेक्षाकृत अधिक निकट दिखाई देगी। यहां पर यह कह देना जरूरी है कि खगोलज्ञों ने सूर्य, चन्द्रमा अथवा किसी भी अन्य ग्रह के बिम्बों के वास्तविक कोरों को “पाली” limb नाम दिया है। चन्द्रमा अथवा ग्रहों की दीप्ति रेखा terminator को उनके बिम्बों का किनारा कहते हैं; परन्तु वास्तव में, वह उनके प्रकाशित अथवा अप्रकाशित भागों के बीच की सीमा-रेखा है जिसे “सूर्योदय-रेखा” अथवा “सूर्यास्त-रेखा” भी कहते हैं।



रेखा-चित्र १३ क



रेखा-चित्र १३ ख

रेखा-चित्र १३ “क” में सूर्य का बिम्ब दिखलाया गया है

समान तल या सतह पर होती अथवा करीब करीब वैसी हो तो प्रत्येक समपार्श्विक युति के अवसर पर हम शुक्र को सूर्य के विष्य पार करते हुए देख पाते। परन्तु, वास्तव में ऐसा हो नहीं है। इसका कारण यह है कि पृथ्वी और शुक्र की भ्रमण कक्षाएँ एक दूसरी की अपेक्षा कुछ झुकी हुई-या टेढ़ी हैं और इस झुकाव के कारण शुक्र हमेशा ही सूर्य के करीब उत्तर या दक्षिण की ओर से उसे पार करता है। समपार्श्विक युतियाँ क्रमसे प्रायः प्रत्येक ८, १२२, ८ ११६ और ८ वर्षों के अन्तर से होती हैं। इन अवसरों पर शुक्र और पृथ्वी दोनों ही ग्रह अपनी कक्षाओं के उन भागों के पास होते हैं जिन भागों पर उन दोनों ही कक्षाओं के तल या सतहें एक दूसरी को काटते या काटती हैं। ठीक इन्हीं मौकों पर शुक्र अपनी संक्रान्ति में दिखलाई पड़ता है। सबसे पिछला ऐसा अवसर सन् १८८२ ई० में आया था। अगला ऐसा अवसर सन् २००४ ई० में और उसके अगला सन् २०१२ ई० में आवेगा।



शुक्र

रेखा-चित्र

रेखा चित्र १२ में पृथ्वी.

शुक्र—संक्रान्ति का यह तरीका पहिले पहल सन १७६१ ई० में प्रयोग में लाया गया। दूसरा प्रयोग सन १७६६ ई० में किया गया। इस धार पहिले की अपेक्षा कुछ ज्यादा सफलता मिली, सौभाग्य से इन दोनों ही अवसरों पर इस ग्रह ने सूर्य के विम्ब को उसके केन्द्र से कुछ दूर से ही पार किया। जब यह ग्रह सूर्य के ठीक बीच के भाग से होकर गुजरता है तो उसे इस विम्ब को सीधे पूरा पार करने में करीब ८ घंटे लग जाते हैं। इससे स्पष्ट है कि यदि यह ग्रह सूर्य के विम्ब को उसके केन्द्र के उत्तर या दक्षिण की ओर हटकर पार करता है तो उसे ऐसा करने में अपेक्षाकृत कम ही समय लगता है। यह बात बड़े ही महत्व की है कि पृथ्वी पर उत्तर और दक्षिण दिशा में एक दूसरे से काफी दूर के दो स्थानों से देखे जाने पर इस संक्रान्ति-कालकी अवधि में फर्क पड़ जाता है।

करीब १ शताब्दी पहिले इक्वलैण्ड के राज ज्योतिषी हेलीने इस बात की ओर इशारा किया था। उसने यह सुझाव दिया था कि वेध करने वाले ज्योतिषियों को संक्रान्ति की सिर्फ इस अवधि को ही नाप लेना चाहिए। सूर्य ■ विम्ब पर इस ग्रह की स्थिति को नापने के बखेड़े में उन्हें नहीं जाना चाहिए। यदि संक्रान्ति काल की इन दोनों ही अवधियों को हम जान पावें तो उनकी मदद से इन दोनों गति-मागों की स्थितियों को भी हम पकड़ पावेंगे। हम जानते हैं कि यदि हम ग्रह के केन्द्र को ही ध्यान में रखें तो इन दोनों ही मागों की लम्बाइयाँ उनकी काल-अवधि के प्रत्यक्ष समानुपात में होंगी।

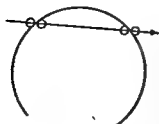
जैसा कि यह "क" वेधशाला से दिखलाई देता है। इसकी सतह पर जो गोलाकार काला बिन्दु है वह शुक्र है। सूर्य की सतह पर इसका गति-मार्ग भी दिखलाया गया है। यहाँ ध्यान देने की बात यह है कि रेखा-चित्र १३ क में जहाँ यह मार्ग सूर्य-विम्ब के दक्षिण भाग की ओर है, वहाँ रेखा-चित्र १३ ग में वह उसके उत्तर भाग की ओर है।

पहिले हम इन दोनों मार्गों की कोणीय दूरियाँ नापते हैं। इसके बाद रेखा-चित्र १२ की तरह की एक आकृति खींचते हैं जिसमें पृथ्वी, शुक्र और सूर्य के बीचका अन्तर ठीक-ठीक सही समानुपातों में है। इसके बाद हम "क शु" और "ग शु" दो सीधी रेखाएँ खींचते हैं। ऐसा करने में हमें यह बात ध्यान रखनी होगी कि इन दोनों रेखाओं के बीच का कोण उन दोनों ही मार्गों की कोणीय दूरी के बराबर हो। हमारा यह पिछला कदम बड़े महत्व का है, क्योंकि रेखा चित्र १२ के "क" और "ग" स्थानों के बीच की दूरी को हम मीलें में जानते ही हैं। इस प्रकार हम इस चित्र का पैमाना जान सकते हैं। रेखा "ग शु" की लम्बाई हम मीलें अथवा किलो-मीटरों में नापकर जान सकते हैं। परन्तु, वास्तव में यह सब काम हम गणना के द्वारा ही कर सकते हैं। "ग शु" की लम्बाई या दूरी जान चुकने पर हम "ग सू" की दूरी भी प्राप्त कर सकते हैं, क्योंकि हम जानते हैं कि "ग शु" और "ग सू" का अनुपात २ : ६ है। इस तरह इस तरीकेसे हम पृथ्वीसे सूर्य की दूरी जान सकते हैं।

शुक्र—संक्रान्ति का यह तरीका पहिले पहल सन १७६१ ई० में प्रयोग में लाया गया। दूसरा प्रयोग सन १७६६ ई० में किया गया। इस बार पहिले की अपेक्षा कुछ ज्यादा सफलता मिली, सौभाग्य से इन दोनों ही अवसरों पर इस ग्रह ने सूर्य के विम्ब को उसके केन्द्र से कुछ दूर से ही पार किया। जब यह ग्रह सूर्य के ठीक बीच के भाग से होकर गुजरता है तो उसे इस विम्ब को सीधे पूरा पार करने में करीब ८ घंटे लग जाते हैं। इससे स्पष्ट है कि यदि यह ग्रह सूर्य के विम्ब को उसके केन्द्र के उत्तर या दक्षिण की ओर हटकर पार करता है तो उसे ऐसा करने में अपेक्षाकृत कम ही समय लगता है। यह बात बड़े ही महत्व की है कि पृथ्वी पर उत्तर और दक्षिण दिशा में एक दूसरे से काफी दूर के दो स्थानों से देखे जाने पर इस संक्रान्ति-कालकी अवधि में फर्क पड़ जाता है।

करीब १ शताब्दी पहिले इक्वलैण्ड के राज ज्योतिषी हेलीने इस बात की ओर इशारा किया था। उसने यह सुझाव दिया था कि वेध करने वाले ज्योतिषियों को संक्रान्ति की सिर्फ इस अवधि को ही नाप लेना चाहिए। सूर्य के विम्ब पर इस ग्रह की स्थिति को नापने के बखेड़े में उन्हें नहीं जाना चाहिए। यदि संक्रान्ति काल की इन दोनों ही अवधियों को हम जान पायें तो उनकी मदद से इन दोनों गति-मार्गों की स्थितियों को भी हम पकड़ पावेंगे। हम जानते हैं कि यदि हम ग्रह के केन्द्र को ही ध्यान में रखें तो इन दोनों ही मार्गों की छम्बाइयाँ उनकी काल-अवधि के प्रत्यक्ष समानुपात में होंगी।

रेखा-चित्र १४ में हेली की योजना बतलाई गई है। शुक



के संक्रान्ति-काल में चार अवसर ऐसे आते हैं जब कि शुक के विम्ब की पाली सूर्य के विम्ब की पाली को छूती है।

रेखा-चित्र १४

सुविधाके लिये इन चारों अवसरों को हम पहिला, दूसरा,

तीसरा और चौथा छुआव कहते हैं। रेखा-चित्र १४ में यह चारों ही छुआव दिखाए गए हैं। यह तो साफ जाहिर है कि इस पहिले छुआव को हम वेध में नहीं ला सकते; क्योंकि जबतक इस ग्रह का कुछ हिस्सा सूर्य के विम्ब के कुछ भाग को अपने पीछे छिपा कर उसे अदृश्य न कर दे, हम इसे देख नहीं पाते। इसके पहिले कि इस प्रथम छुआव को हम देख पावें, यह आरम्भ हो जाता है। ठीक यही बात चौथे छुआव पर भी लागू होती है। इस पिछले अवसर पर भी यह जानना लगभग मुश्किल हो जाता है कि यह छुआव ठीक कब खत्म हुआ। ऐसा होने पर भी हेली को यह हड़ विश्वास था कि कम से कम दूसरे और तीसरे छुआव को तो विन्दुल ठीक देखा जा सकेगा। उनकी धारणा थी कि इन अवसरों पर यह ग्रह रेखा-चित्र १५ में दिखाई गई आकृतियों की तरह दिख पड़ेगा। परन्तु वेध करनेवाले ज्योतिषियों ने पाया कि बात ऐसी नहीं है।

जो कुछ उन्हें दिखलाई दिया वह यह कि जैसे ही इस पदने
सूर्य के विम्ब पर कदम रखता उस समय ऐसा माध्यम हुआ



रेखा-चित्र १५

रेखा-चित्र १६

मानो यह वह अपने साथ पीछे की ओर आकाश के एक टुकड़े
को खींचे लिए चल रहा हो। यह टुकड़ा धीरे-धीरे गँकरा होता
चला गया और अन्त में, ठीक उस समय अदृश्य हो गया जब
कि यह वह सूर्य के विम्ब की धाली के ठीक भीतर जा पहुँचा या
जा पहुँचा-सा दिखाने दिया। संक्रान्ति-काल के बाद जब यह
वह सूर्य के विम्ब से दूर हटने लगा तब भी यही बात ठीक उल्टे
क्रम में दिखाने दी। इसलिए हमारे और तीसरे छुआघ के ठीक
क्षणों को लेकर वेच करने वालों को सन्देह बना ही रहा और
यह अनिश्चय परिणाम की शुद्धता में कमी लाता था।

यह अजीब दृश्य जिसे कृष्ण-श्लेष Black Drop कहा जाता है, उस समय के ज्योतिषियों के लिए एक रहस्य ही बना रहा। यह इसे सुझाता न मने। आज तो हम इसके सही कारण को जान चुके हैं। यह महज एक दृष्टि-जाल optical effect है। इसके कारण प्रकाशमान सूर्य-चन्द्र अपने वास्तविक आकार से बड़ा मालूम देता है और अन्यकार में लिपटा हुआ यह ग्रह अपने असली आकार से छोटा। हम जानते हैं कि जिस क्षण (दूसरे पुत्राय में) यह काला भाग दिग्गने से रह जाता है और फिर तीसरे पुत्राय में दिग्गना शुरू होता है, ठीक उसी क्षण पारस्विक पुत्राय शुरू होता है। यद्यपि जाद्विरा तौर पर तो ठीक उस क्षण यह ग्रह सूर्य की पाली के ठीक भीतर प्रवेश किए हुए-सा दीख पड़ता है। रेखा-चित्र १६ में इस संक्रान्ति की आरम्भिक चार अवस्थाओं को दिखलाया गया है।

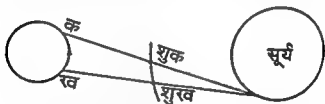
हेली के तरीके में एक दिवस यह थी कि वेध करने वाले ज्योतिषियों को पृथ्वी की सतह पर दूर उत्तरी और दक्षिणी अक्षांशों पर जाकर दोनों स्थानों से एक साथ ही वेध लेने पड़ते थे। जिस सीमा तक वेध लेने वाले दोनों ही ज्योतिषी, इस संक्रान्तिके आरम्भ और अन्त का ठीक तौर पर वेध ले सकते थे, उसी पर ही इस तरीके की सफलता निर्भर करती थी। उनको एक सुभीता तो जरूर था कि अपनी-अपनी वेध शालाओं के स्थानों के रेखाओं को सही-सही जानने की उन्हें जरूरत न थी; और न उनकी चड़ियों के लिए यह आवश्यक ही था कि वह मीन-

विष की वेधशाला के ही समय को सही-सही बतलावें। उनका काम तो सिर्फ़ यही था कि थोड़े से जितने घंटों में यह संक्रान्ति होती थी, उनको ही बिल्कुल ठीक पकड़ पावें। यह बिल्कुल ठीक भी था; क्योंकि उन दिनों वेध करने वाले ज्योतिषियों को अपनी अपनी वेधशालाओं तक पहुँचने में महीनों लग जाते थे और तब तक आसानीके साथ, बिना एक सेकण्ड भी फर्क डाले ग्रीनविच का ही समय बताने वाली घड़ियों का विकास भी नहीं हुआ था। ठीक इसी कारण रेखाओं की भी सही जानकारी न होकर मोटा शान ही रहता था। पिछले १०० या कुछ अधिक वर्षों से कालमापकों chronometers का आविष्कार किया जा चुका है जो महीनों एवं वर्षों तक करीब करीब अविचलित समय ही बता सकते हैं। इसका परिणाम यह हुआ कि जहाजरानी में और रेखाशों को सही जानने में बहुत आसानी हो गई।

इसके पहिले कि सन् १८७४ और १८८२ में शुक्र की दोनों अगली संक्रान्तियाँ होती, ज्योतिषियों के हाथ एक और आसान तरीका लग चुका था। यद्यपि इस तरीके में रेखाश एवं ग्रीन-विच समय का सही ज्ञान होना अत्यन्त आवश्यक था, फिर भी इसमें दो बड़ी सुविधाएँ थी। इस तरीके में इस संक्रान्ति के क्रमिक मार्ग की सिर्फ़ एक ही अवस्था जान लेनी काफी थी, चाहे आरम्भिक अथवा अन्तिम। दूसरे इस तरीके में वेध करने वाले ज्योतिषियों को शुष्की के दोनों ही ओर उजाड़ एवं

अर्ध-हिमसागरीय अक्षांशों पर दौड़कर अपनी वेधशालाएँ स्थापित नहीं करनी पड़ती थीं। इस वेध का काम वह विपुव-रेखा के आसपास रह कर ही कर सकते थे। सच तो यह कि विपुव-रेखा के जितने नजदीक रह कर यह वेध लिए जाते उतने ही ज्यादा यह ठीक भी होते।

फ्रांस देश के एक ज्योतिषी डेलैसले Delisle ने ही यह तरीका ईजाद किया था। रेखा-चित्र ११ में पृथ्वी के एक ही स्थान से वेध लेकर चन्द्रमा की दूरी जानने के लिए जो तरीका दिया गया है, यह तरीका भी ठीक वैसा ही है। नीचे रेखा-चित्र १७ दिया जा रहा है।



रेखा-चित्र १७

वेध करने वाले दो ज्योतिषी “क” और “ख” विपुव रेखा पर ही हैं; परन्तु उन दोनों की वेधशालाएँ वही रेखा पर एक दूसरे से काफी रेखांश longitudes दूर दो स्थानों पर हैं। दोनों के पास ग्रीनविच समय दिखाने वाले दो काल-मापक chronometers हैं। उनकी वेधशालाओं के दोनों ही स्थान इस प्रकार चुने गये हैं कि उनमें से एक तो सूर्योदय के ठीक

वाद, ही इस संक्रान्ति का आरम्भ देखेगा, जब कि दूसरा इस को सूर्यास्त के ठीक कुछ पहिले। दोनों ही वेधकर्ता अपने अपने स्थान के ठीक रेखांश को जानते हैं, इसलिए जब कि दोनों ने दूसरे छुआच का यथासम्भव ठीक समय जान लिया है तो यह आकारा में शुक्र और सूर्य से अपनी सापेक्ष सही स्थिति भी जान लेंगे। इसलिए हम ठीक पैमाने पर एक आकृति खींच सकेंगे। हम पृथ्वी के आकार परिमाण को तो जानते हैं। इस पैमाने के आधार पर हम इस आकृति के सभी हिस्सों को मिलीमीटरों या किलोमीटरों में नाप सकते हैं।

यहाँ ध्यान देने की बात यह है कि “क” और “ख” के दोनों ही वेधों के अन्तर्वर्ती समय में शुक्र अपनी कक्षा पर कुछ दूर आगे बढ़ चुका होता है। इस अन्तर्वर्ती समय में शुक्र ने अपनी समूची कक्षा का कितना भाग तै किया, यह बात भी हम जान सकते हैं, क्योंकि हम जानते हैं कि घूमती हुई पृथ्वी की सापेक्षता में शुक्र को अपनी समूची कक्षा पर एक पूरा चक्कर देने में ५८४ दिन लगते हैं। इस प्रकार हम इस आकृति के सभी भागों को एक पैमाने पर खींच सकेंगे। रेखा-चित्र ८ और ९ के आधार पर हम ऐसा कर सकेंगे।

शुक्र-संक्रान्ति का यह तरीका सन् १८७४ ई० में अपनाया गया था। और इसके बाद सन् १८८२ में भी यह फिर काम में लाया गया। परन्तु दोनों ही अवसरों पर कृष्ण-क्षेप Black drop से उत्पन्न होने वाली एवं अन्य दिक्कतों ने प्राप्त

परिणामों को काफी दूषित कर दिया। ज्योतिषियों ने इस पीप कुछ दूसरे तरीके भी ग्योज लिए थे। यह बात मरसूम की जाने लगी कि बाद में ग्योजे गये इन तरीकों से जितना सही परिणाम प्राप्त होता था, उतना शुक्र-संक्रान्ति से नहीं हो सकता था। शुक्र-संक्रान्ति के इस तरीके के प्रति उदासीनता बढ़त गई। ऐसा मालूम होता है कि अब सन् २००४ ई० में होने वाली शुक्र-संक्रान्तिमें ज्योतिर्विद् कोई ग्वास दिलचस्पी न लेंगे

सन् १६८० ई० से ही फ्रांस के कुछ ज्योतिर्विद् फ्रांस और दक्षिण अमेरिका में घेघ करते हुए, मङ्गल ग्रह का लम्बन प्राप्त करने की कोशिश कर रहे थे। हमने रेखा-चित्र १० के ऊपर वियेचन करते हुए जो प्रक्रिया बतलाई थी, ठीक वही प्रक्रिया इन प्रयोगों में भी काम में लाई गई थी। यह तो स्पष्ट ही है कि फ्रांस और दक्षिण अमेरिकासे देखे जाने पर, तारों की पृष्ठ-भूमि पर, मङ्गल ग्रह की स्थितियोंमें कुछ थोड़ा फर्क नजर आवेगा। मङ्गल का लम्बन, उस समय भी जब वह पृथ्वी के अधिकतम निकट होता है, चन्द्रमा के लम्बन का सिर्फ $\frac{1}{10}$ है। इसलिए जब हम देखते हैं कि सत्रहवीं शताब्दी में उन फ्रांस देशीय ज्योतिर्विदों का निकाला गया मङ्गल का लम्बन ज्यादा सही न था, तो हमें कोई आश्चर्य नहीं होता। जो कुछ हो, इन आरम्भिक वेधों के आधार पर सूर्य से पृथ्वी की दूरी जो उन दिनों आंकी गई थी, वह सही आंकड़े के बहुत ही नजदीक जा पहुँची थी। इसमें सिर्फ दस प्रतिशत का ही फर्क पड़ा था।

असीसवीं शताब्दी के उत्तरार्धमें मङ्गल ग्रह के और भी ज्यादा सही वेध किए गये। पृथ्वी की सतह पर दो भिन्न-भिन्न स्थानों से वेध करने के बजाय एक ही स्थान से वेध करने में सुगमता आई गई। सोचा गया कि इस प्रकार पृथ्वी के अपनी धुरी पर किए गये दैनिक भ्रमण के कारण मङ्गल का जो लम्बन होता है वह प्राप्त किया जा सकेगा। यह ठीक वही प्रक्रिया है जो रेखा-चित्र ११ में दिखाई गई है। परन्तु इस प्रक्रिया में भी एक दिक्कत नजर आई। मङ्गल ग्रह स्वयं एक काफी बड़े कोणीय व्यास का गोला है, इसलिए तारों से इसकी कोणीय दूरी नापने में सुविक्ल होने लगी; क्योंकि दूरबीन से देखे जाने पर तारे प्रकार के सिर्फ बिन्दु मात्र ही दिखाई पड़ते थे। इस दिक्कत को दूर करने के लिए पहिले कुछ उपग्रहों के वेध लेकर उनके अपने लम्बन प्राप्त किए गये। इनका वल्लेख हम पहिले ही कर चुके हैं। यह सब बहुत ही छोटे आकारों के हैं; अधिकांश तो बहुत ही थोड़ी मीलों के व्यासों के हैं। यह सब सूर्य के चारों ओर ही घूमते रहते हैं। इनकी भ्रमण-कक्षाएँ ज्यादातर मङ्गल और वृहस्पति के बीच पड़ती हैं। इनमें से जो ज्यादा चमकदार हैं उनकी कक्षाएँ अच्छी तरह जान ली गई हैं। दूसरे बड़े ग्रहों की तरह यह भी सूर्य के परिवार के ही अङ्ग हैं। इसलिए सोचा गया कि इनमें से किसी एक उपग्रह का लम्बन यदि जान लिया गया तो वह सौर-मण्डल को नापने की एक सही इकाई दे सकेगा। बीसवीं सदी में इनमें से जिनका

वेच किया गया, वह मङ्गल की अपेक्षा ज्यादा दूर थे। इसलिए इनके लम्बन भी मङ्गल के लम्बन की अपेक्षा छोटे थे। परन्तु इनको लेकर एक सुविधा थी; वह यह कि, तारों की तरह ही यह भी दूरबीन से सिर्फ प्रकाश के बिन्दुओं की तरह ही दिखाई देते थे। इसलिए तारों के बीच इनकी स्थितियाँ ज्यादा सही और ठीक मापी जा सकती थी।

इन उपग्रहों के वेधों से प्राप्त परिणाम मङ्गल के वेधों से प्राप्त परिणामों से बहुत अच्छी तरह मेल खाते थे। फल यह हुआ कि इस शताब्दी के बीतते बीतते सूर्य के लम्बन की राशि काफी तौर से सही और ठीक जानी जा चुकी थी।

सन् १८६८ ई० में एक महत्वपूर्ण उपग्रह, जिसका नाम ज्योतिषियों ने ईरोस Eros रक्खा, खोज निकाला गया। इस खोजका सबसे बड़ा महत्व यह था कि सूर्य से इस उपग्रह की न्यूनतम दूरी सूर्य से मङ्गल की न्यूनतम दूरी से बहुत कम है। क्योंकि इस उपग्रह की भ्रमण-कक्षा भी विशेष अण्डाकार है, इसलिए अपने भ्रमण पथ पर यह ग्रह कभी-कभी तो पृथ्वी के इतना नजदीक आ जाता है जितना नजदीक दूसरा और कोई ग्रह नहीं आता। जब यह पृथ्वी से अपनी न्यूनतम दूरी पर होता है तब इसकी यह दूरी शुक्र की न्यूनतम दूरी के आधे से कुछ ही अधिक होती है और मङ्गल की न्यूनतम दूरी के तो एक तिहाई से कुछ ही ज्यादा। इसलिए यह धारणा की गई कि ईरोस जब पृथ्वी के नजदीक होता है तब इसके लम्बन के नाप

मङ्गल के लम्बन के नापों की अपेक्षा तीन गुने विश्वस्त और ठीक होंगे और पहिले परीक्षणोंमें व्यवहृत छोटे उपग्रहोंके लम्बनों के नापों की अपेक्षा तो बहुत ही ज्यादा, क्योंकि वह सब तो कभी भी पृथ्वी के इतने नजदीक नहीं आते जितना कि मङ्गल ग्रह ।

यह सब परीक्षण तो हो ही रहे थे । इस बीच दूसरा एक बहुत ही महत्वपूर्ण कदम और भी उठा लिया गया । यह था खगोल-शास्त्र को फोटोग्राफी की मदद । मुक्त आकाश में कोणीय दूरियों के नाप यदि नंगी आँखों की मदद से लिए जाय तो ऐसा करने में वेधकर्ताओं में बहुत बुद्धिमानी, एवं सूक्ष्म-बूझ की आवश्यकता रहती है । साथ ही यह भी एक मुश्किल थी कि एक निश्चित समय में जितने नाप लिए जा सकते थे उनकी भी एक सीमा ही थी । प्रायः ये परीक्षण बहुत ही असुविधा-पूर्ण अवस्थाओं में करने पड़ते थे जिनका मुरा अक्सर परिणामों के सही होने पर पड़ता था । कई अवसर तो इतने क्षणिक होते थे, जैसे कि किसी एक छोटे उपग्रह का आकाश में बिचरते हुए निकल जाना । ऐसे अवसरों पर किसी भी एक वेधकर्ता की कोई गलती याद में न तो पकड़ी और जाँची जा सकती थी और न सुधारी ही जा सकती थी । इसको रोकने का सिर्फ एक ही उपाय था कि वेध करते समय ठीक एक ही तरह के साधन यन्त्रों को देकर दो या दो से अधिक वेधकर्ताओं को नियुक्त किया जाय । परन्तु ऐसा करने में भी मुश्किल यह थी कि ज्ञान-

कार वेधकर्ताओं का मिलना आसान नहीं था और जिन यन्त्रों को उपयोग में लिया जाता था वह बहुत ही कीमती होने के कारण बहुत कम मिल सकते थे। फोटोग्राफी ने जब खगोल शास्त्रियों का हाथ बँटाना आरम्भ किया तो सारी स्थिति बदल सी गई। फोटोग्राफी के प्लेटों को आकार की ओर नियुक्त करने में अधिक जानकारी की जरूरत भी न थी और एक या जहाँ छवि चित्र ले लिए गये वहाँ वह स्थायी साधन बन जाते थे, जिनका पुनर्लेख के समय आराम के साथ अध्ययन किया जा सकता था। तारों और छोटे ग्रहों, उपग्रहों अथवा अन्य पिण्डों की दूरियाँ इन प्लेटों पर बँध चुकने पर चाहे जय और चाहे जितने व्यक्तियों द्वारा नापी जा सकती थी जिससे नाप-जोख में होनेवाली आकस्मिक गलतियाँ पकड़ी और दूर भी की जा सकती थी। साथ ही एक बड़ी सुविधा यह भी थी कि प्लेटों में बँपी हुई तारोंकी प्रतिच्छायायें इतनी अधिक होती थीं कि उनसे उस अध्ययन में बहुत ही मदद मिलती थी। नोप जोस में बिताये समय पर भी कोई पाचन्दी न थी। कोई आश्चर्य नहीं कि फोटोग्राफी में आविष्कार ईरोस के वेधों द्वारा सूर्य के लम्बन का आधुनिक ज्ञान सत्य के इतना नजदीक है। उसीसमय शताब्दी में आँखों द्वारा इसका जो ज्ञान प्राप्त किया जाता था उसकी अपेक्षा यह बहुत ही मही और विश्वसनीय है।

अभी हाल में ही सर ईरोल्ड स्पेंसर जोन्सने सबसे विद्वत्ता प्रयोग दिया है। उन्होंने अपने इस प्रयोग में सन् १६३० और

सन् १६३१ ई० में दुनियाँ के तमाम हिस्सों में करीब २४ वेध-शालाओं द्वारा लिए गये ईरोस के वेधों का भी उपयोग किया था। सन् १६४३ ई० में रोयल एस्ट्रोनोमिकल सोसाइटी ने उन्हें इस प्रयोग पर एक स्वर्ण पदक भी प्रदान किया था।

सूर्य के लम्बन की यह सबसे ताज़ी प्राप्त राशि $6''.760 \pm 0''.001$ है। इसका मतलब है कि इस लम्बन की सही राशि $6''.761$ और $6''.759$ के बीच में कहीं पर है। क्योंकि पृथ्वी के विषुव रेखा वृत्त का अर्धव्यास ३६६३ मील है, इसलिए निष्कर्ष यह निकलता है कि सूर्य के केन्द्र से पृथ्वी के केन्द्र की दूरी ६२,६६०,००० एवं ६३,०००,००० मील के भीतर ही कहीं पर है। पिछले सभी परीक्षणों से प्राप्त ठीक से ठीक ज्ञान की अपेक्षा इस ज्ञान में बहुत ही कम अविवशता है।

क्योंकि इस जानकारी के आधारभूत परीक्षण या वेध पृथ्वी के भिन्न-भिन्न भागों में इतनी वेधशालाओं द्वारा किए गये थे, इसलिए उनको एक साथ रखकर उनके द्वारा इस प्रश्न के कई भिन्न-भिन्न हल प्राप्त किए जा सकते थे जो एक दूसरे की सही या गलती को जाँच सकते थे और अन्तिम निष्कर्ष की सच्चाई का अधिक शक्ति प्रदान कर सकते थे। कोई गलती न होने पाये इसके लिए प्रत्येक तरह की सावधानी रक्खी गई थी और प्रत्येक वेध को चढ़ी कड़ाई के साथ जाँचा गया था।

पहली नज़र में ऐसा मालूम होता है कि सूर्य की इस दूरी के इन दोनों सम्भव आँकड़ों के बीच १०,००० मील की

अनिभिन्नता का शोभक यह अन्तर जलन से जगता है ; पशु यह याद रखना चाहिये कि यह अन्तर ६००० हिमों में एक हिस्सा ही है। यह ठीक ऐसा है मानो किमी ६ इन्च सम्मेलन एक पशु को नापते समय हम सम्मेलन बगाने में एक इन्च के हम हजारों भाग की गलती कर जायें। कम-से-कम अपने इन्जीनियरों से तो हम यह आशा नहीं रखने कि यह किमी एक की हुई पशु का नाप देते समय हमें इन शगोलीय नाप से ज्यादा सही नाप दे सके।

यहाँ पर यह लिखना अप्रासंगिक न होगा कि कोणीय माप की एक विकला कितनी छोटी होती है। इस बात को स्पष्ट करने के लिये हम अपने रोजमर्रा के जीवन के कुछ प्रत्यक्ष उदाहरण देते हैं। १ इन्च व्यास के एक पैसे के सिक्के को २०६, २६६ इन्चों अथवा ३ मील की दूरी से देखने पर उसका कोणीय व्यास १" विकला होगा।

हाल के इन प्रयोगों द्वारा प्राप्त सूर्य के लम्बन की राशि की अनिश्चितता ०".००२ है। इसको हम यों समझ सकते हैं। मानो एक पैसे के उस सिक्के को हम १६२५ मील की दूरी से देख रहे हों (यदि ऐसा सम्भव हो ?)। मनुष्य के सिरके बाल का व्यास १ इन्च का ५०० चौ हिस्सा है। यदि हम चाहें कि यह बाल हमें १" विकला कोणीय चौड़ाई का दिखाई पड़े तो इसके लिये हमें इसे ३४ फीट से भी कुछ ज्यादा दूर खड़े रहकर देखना होगा।

०°.००२ कोणीय चौड़ाई का देखने के लिये तो हमें इसे १५५६ फीट की दूरी से देखना होगा।

इस प्रकार पिछले विवरणों और रेखा चित्रों द्वारा हम यह बतला चुके हैं कि सौर-मण्डल के भीतर सूर्य और ग्रहों की दूरियों को पृथ्वी पर लम्बाई नापने की हमारी व्यावहारिक इकाइयों में किस प्रकार नापते हैं। जिस प्रधान आधार पर हमने सौर मण्डल की इन दूरियों को जाना है वह है “लम्बन” Parallax का ज्ञान। यह ज्ञान हमारे लिये कोई अनोखा या अजनबी नहीं है। अपने रोजमर्रा के जीवन में हम इससे पूर्ण परिचित हैं। कहा जा सकता है कि हमारे पास इसका कोई ठोस प्रमाण नहीं है कि पृथ्वी से बाहर काफी बड़ी दूरियों को नापने में भी यह उतना ही कारगर हो सकता है जितना हमारे दैनिक जीवन में। पृथ्वी पर तो लम्बन के द्वारा प्राप्त दूरी की जाँच हम नापने के फीते की मदद से कर सकते हैं। परन्तु इन खगोलीय दूरियों के सच-भूठ की जाँच कैसे की जाय? क्या हमारे पास कोई ऐसा साधन नहीं है जिसकी मदद से हम जान पायें कि लम्बन द्वारा प्राप्त यह खगोलीय दूरियाँ सच हैं या गलत?

वास्तव में ऐसे कई साधन हैं। ऐतिहासिक दृष्टि से सब से ज्यादा महत्वपूर्ण तरीका, जिससे हम यह जाँच कर सकते हैं, धृस्वपति ग्रह के उपग्रहों के ग्रहणों पर आश्रित है। इन ग्रहणों के वेधों ने ही सबसे पहिले इस सत्य को प्रमाणित किया था कि

प्रकाश एक स्थान से दूसरे स्थान की ओर एक घंघे हुए वेग से दौड़ता है। स्थान “क” से स्थान “ख” तक पहुँचने में इसे कुछ समय लगता है। इन ग्रहणों के वेधों ने ही पहले पहल यह भी बतलाया था कि प्रकाश की गतिका वास्तविक वेग अशुभ है। प्रत्यक्ष परीक्षण के जरिये इन वेधों द्वारा जहाँ हम प्रकाश की चाल के वेग को जान पाते हैं वहाँ यही वेध हमें सूर्य के लम्बन की सही राशि का ज्ञान भी करा देते हैं।

बृहस्पति ग्रहके यह चारों ही चमकदार उपग्रह इस ग्रहके चारों ओर अपने-अपने निश्चित समयों में पूरे चक्कर देते हुए घूमते रहते हैं। इन उपग्रहों को बृहस्पति के चारों ओर एक-एक पूरा चक्कर देने में जो समय लगता है उसे हम बिल्कुल ठीक जानते हैं। समय-समय पर उनमेंसे कोई एक या दूसरा, उस ग्रह की छाया में प्रवेश करता रहता है। थोड़ी देर के लिये तो वह इस छाया के पीछे छिपा रहता है और कुछ समय बाद इस छाया के दूसरे छोर से फिर प्रकट हो जाता है। इन उपग्रहों के इन सामयिक ग्रहणों की हम पहिले से ही ठीक भविष्यवाणी भी कर सकते हैं। मजा तो यह है कि हमारी साधारण दूरबीनों से हम इन्हें देख भी सकते हैं। सन् १६७५ ई० में डेनमार्क के एक सगोलया ओल रोमर Ole Roemer ने यह पता लगाया कि इन ग्रहणों के समयके विषय में की गई हमारी भविष्यवाणियाँ अचमर ठीक नहीं बैठती। उसने कहा कि यदि हम बृहस्पति के परमान्तर opposition (जब यह ग्रह पृथ्वीसे अपनी निकट-

तम अवस्थामें होता है) के समय होनेवाले इन ग्रहणोंसे आरम्भ करें तो हम देखेंगे कि अगले ग्रहण हमारी गणना द्वारा पहिले से ही प्राप्त समय से कुछ समय बाद होंगे। यह ग्रह (शुक्रस्पति) पृथ्वी से जितना ही दूर होता जावेगा धीरे धीरे वह ग्रहण भी गणना द्वारा प्राप्त समयों से पीछे पड़ते जावेंगे। इसके बाद अपनी कक्षा पर घूमता हुआ यह ग्रह ज्यों-ज्यों अपने अगले पड़भान्तर के नजदीक आता जावेगा वह ग्रहण भी वन्ही परिमाणों में हमारे उन पहिले से बताये समयों को पकड़ते जावेंगे और उस पड़भान्तर के समय तो ठीक उसी समय होंगे जिसका हमने पहिले से ही निश्चय कर लिया है। इन ग्रहणों की इस अनियमितता के कारणों की खोज करते हुए ओल रोमर ने थिल्कुल सही कारण भी पकड़ लिया था। कारण यही था कि अपने भ्रमण की क्रमिक अवस्थाओं में रहते हुए इन उपग्रहों के प्रकाश को हमारी पृथ्वी तक पहुँचने में क्रमशः कम या ज्यादा दूरी पार करनी पड़ती थी। ओल रोमर के समय तक सूर्य के लम्बन की ठीक राशि का ज्ञान नहीं हो सका था, इसलिये प्रकाश की गति के वेग को वह ठीक तौर पर बतला न सका। दूसरे उन उपग्रहों के ग्रहण क्षणिक न होकर कुछ मिनटों का समय लेते थे (उनके ओगल होने और दुबारा फिर दिखाई पड़ने में कुछ मिनट लगते थे)। रोमर उनके समय को भी ठीक तरह पकड़ न सका। आजकल तो खगोलज्ञों के हाथ कुछ ऐसे विशेष तरीके लग चुके हैं, जिनसे वह इन ग्रहणों के ठीक समयों को सही तौर पर जान पाते हैं।

हम अथ वास्तविक नाप-जोख के जरिये प्रकाश के वेग को जान गये हैं। ऐसा करने में हमें रागोलीय घटनाओं पर ही निर्भर रहने की आवश्यकता नहीं रही है। प्रकारा के वेग को एवं उपग्रहों के इन ग्रहणों के समयों में पढ़नेवाले पक्षों को जान लेने के बाद गणना द्वारा हम वास्तविक दूरी को जान सकते हैं। इस गणना की क्रिया बहुत ही सीधी है। थोड़ी भी गणित जानने वाला कोई भी व्यक्ति इसे कर सकता है। जब बृहस्पति अपनी युति में in conjunction (सूर्य की ओर पृथ्वी से अपनी अधिकतम दूरी पर) होता है, उस समय जो ग्रहण होते हैं, वह उन ग्रहणों की अपेक्षा जो बृहस्पति के पदमान्तर के समय होते हैं, एक हजार सेकण्ड पीछे पड़ जाते हैं। इसका कारण यह है कि पहिली अवस्था में रोशनी को दूसरी अवस्था की अपेक्षा ज्यादा दूरी पार करनी पड़ती है। यद्दी हुई यह दूरी पृथ्वी की कक्षा के व्यास की है। प्रकाश एकसेकण्ड में १८६००० मील के वेग से चलता है। इस गति को १००० से गुणा करने पर गुणनफल १८६,०००,००० मील होता है जो पृथ्वी की कक्षा का सही व्यास है।

सूर्य के लम्बन के इस तरीके की दूसरी जाँच भी है। इसमें हम प्रकाश के अपरेण aberration का उपयोग करते हैं। सब पृष्ठ जाय तो यह तारों का अपरेण है। खगोल शास्त्र का यह एक पारिभाषिक शब्द है। इसको समझने के लिए हम अपने व्यावहारिक जीवन की ही एक घटना लेते हैं। मान लीजिए हम

एक रेलगाड़ी में सफर कर रहे हैं। बाहर बरसात हो रही है और हवा शान्त है। गाड़ी किसी एक स्टेशन पर खड़ी है। उस समय यदि हम बाहर की ओर देखें तो मालूम होगा कि बरसात की बूँदें सिर के ऊपर से ठीक एक सीधी रेखा में नीचे गिर रही हैं। गाड़ी जब चलने लगती है तो भीतर बैठे हुए हमें मालूम होता है कि बरसात की बूँदें तिरछी गिर रही हैं; मानों ठीक सिर के ऊपर से न गिर कर “स्वस्तिक” Zenith से कुछ दूर किसी एक बिन्दु से।

क्योंकि पृथ्वी सूर्य के चारों ओर घूमती है; इसलिए तारों से हम तक आनेवाला प्रकाश भी ठीक ऊपर दिष्ट गये बरसात की बूँदों के उदाहरण की तरह ही व्यवहार करता है। अपनी इस दैनिक गति में पृथ्वी ६ महीनों तक तो आकाश में एक निश्चित बिन्दु की ओर दौड़ती है, जब कि पिछले छः महीनों में यह उस बिन्दु से दूर वापिस भागने लगती है। पृथ्वी की भ्रमण-कक्षा के तल से ठीक उत्तर या दक्षिण की ओर स्थित किसी एक तारे का प्रकाश १,८६,००० मील प्रति सेकन्ड के वेग से दौड़ना शुरू करता है। पृथ्वी पर पहुँचने पर यह प्रकाश पृथ्वी के घरातल को ठीक उसी दिशा में इसे छूता हुआ हमें नहीं दिखाई पड़ता जिस दिशा में यह उसे छूता, यदि यह प्रकाश तुरन्त एक ही क्षण में वहाँ आ पहुँचता। प्रकाश के इस व्यवहार के कारण यह तारा हमें अपनी वास्तविक proper स्थिति से कुछ दूर हटा हुआ दिखाई देगा। ६ महीने बाद

यही तारा हमसे विन्दुय जम्टी दिशा में कुछ हटा हुआ दिगर्द
 देगा क्योंकि तम समय पृथ्वी भी जम्टी दिशा में भागती होगी।
 इन दोनों ही हटावों का वेगगन योग करीब $41''$ बिक्रमा होगा।
 स्पष्टतः ही तम तारे का अपनी साम्याधिक सिगनि से हटाव हम
 उपरोक्त राशि का आधा अथवा $20'' \cdot 5$ होगा। इसलिए हम
 जान पायेंगे कि अपनी कक्षा पर पृथ्वी के भागने का वेग प्रकाश
 के वेग की राशि का एक बहुत छोटा भ्रंश होगा। यह भ्रंश
 $1:1384$ है। इसको प्रकाश के वेग की राशि ($184,000$ मील
 प्रति सेकन्ड) से गुणा करने पर हम पायेंगे कि पृथ्वी की अपनी
 कक्षा पर भागने की गति $18'48$ मील प्रति सेकन्ड है। क्योंकि
 पूरे एक सौर वर्ष में $31,536,000$ सेकन्ड होते हैं; इसलिए
 पृथ्वी की कक्षा के पूर्ण वृत्त को जानने के लिए हम सेकन्डों की
 इस राशि को $18'48$ से गुणा करेंगे। गुणनफल $56,34,808,000$
 मील होगा। सुगमता के लिए इसे हम $56,350,000,000$ मील
 ही कहेंगे। इस पिछली राशि को पृथ्वी के अर्धव्यास का दूना
 (6283) से भाग देने पर भागफल $89,660,000$ मील होगा
 जो इस कक्षा का अर्धव्यास होगा।

इन दोनों ही तरीकों में लम्बन एवं पृथ्वी पर नापी हुई
 किसी दूरी की आवश्यकता नहीं है। इन तरीकों में सिर्फ एक
 बात मान लेनी पड़ती है; वह यह कि बाहर आकार में भी
 प्रकाश का वेग ठीक उतना ही है जितना पृथ्वी पर किसी एक
 वायु-शून्य प्रदेश में। यह धारणा तथ्य के बहुत कुछ नजदीक

है। यह तो मानना ही होगा कि इन भौतिक प्रयोगों द्वारा सूर्य की दूरी की जो राशि हम प्राप्त करते हैं उसमें एवं लम्बन की नाप द्वारा प्राप्त राशि में बहुत गहरी समानता है। इसलिए हम कह सकते हैं कि इन प्रयोगों में हमने जो धारणाएँ बनाई थी, वह काफी पुष्ट एवं सत्य के नजदीक हैं।

यह तो हम पहिले ही कह आये हैं कि पृथ्वी से चन्द्रमा की दूरी जानकर हम उसके द्वारा सूर्य के लम्बन की राशि के सही या गलती होने की जाँच कर सकते हैं। यदि हम यह फहें कि चन्द्रमा पृथ्वी के चारों ओर घूमता है तो हमारी यह उक्ति एक अर्ध सत्य ही होगी। सच है कि पृथ्वी चन्द्रमा की अपेक्षा ८० गुना भारी है। इतने पर भी चन्द्रमा पृथ्वी पर अपनी गुरुत्वाकर्षण की शक्ति से काफी असर डालता है। इसका परिणाम यह होता है कि चन्द्रमा और पृथ्वीदोनों ही एक ऐसे बिन्दु के चारों ओर घूमते हैं जो उन दोनों के केन्द्रों के बीच में फही पड़ता है। यदि पृथ्वी और चन्द्रमा दोनों एक ही द्रव्य-मात्रा mass के होते तो यह बिन्दु उन दोनों के ठीक बीच में होता। क्योंकि पृथ्वी चन्द्रमा की अपेक्षा इतनी ज्यादा भारी है इसलिए निश्चय ही यह बिन्दु चन्द्रमा की अपेक्षा पृथ्वी के ज्यादा निकट है। वास्तव में यह बिन्दु पृथ्वी के भीतर ही पड़ता है; पृथ्वी के केन्द्र से करीब २,६०० मील दूर।

प्रत्येक चन्द्रग्रहण के अवसर पर पृथ्वी का केन्द्र इस बिन्दु के चारों ओर करीब ६,८०० मील व्यास का एक वृत्त खींचता है।

स्वयं यह बिन्दु भी सूर्य के चारों ओर लगातार घूमता रहता है। यहाँ हमें अनायास ही रेखाचित्र १ में प्रदर्शित टाल्मी के सिद्धान्त की याद आ जाती है। पृथ्वी की यह गति ग्रहों की दीख पड़नेवाली गतिर्या में अपनी मूलक केंकती है और इस प्रकार हमसे उनकी दूरियों को जानने का एक साधन भी प्रदान करती है।

यहाँ हमें यह तो स्वीकार करना ही पड़ेगा कि ऊपर दिया हुआ यह तरीका सन्तोषजनक नहीं है, क्योंकि इसमें चन्द्रमा के घनत्व या द्रव्य-मात्रा के ज्ञान की पहिले आवश्यकता पड़ती है। चन्द्रमा के इस घनत्व को जानने के लिए हमें पहिले किसी अन्य तरीके से सूर्य का लम्बन जानना पड़ता है, तब ग्रहों के वेषों द्वारा हमें उस छोटी कक्षा का व्यास जानना पड़ता है, जिसे पृथ्वी का केन्द्र हर महीने अपनी गति द्वारा स्वीचता है। इनको जान लेने पर हम पृथ्वी एवं चन्द्रमा के घनत्वों का इनके द्वारा अनुपात निकालते हैं जो, जैसा ऊपर कहा है, ८०:१ है। हम देखते हैं कि यह तरांका हमें इस तरह एक चक्र में डाल देता है और हम चक्र में घूमते हुए हम किसी भी नतीजे पर नहीं पहुँच सकते। पृथ्वी और चन्द्रमा के घनत्व के अनुपात को जानने के और भी रास्ते हैं जो सूर्य के लम्बन के ज्ञान पर निर्भर नहीं हैं। इस प्रकार पृथ्वी से चन्द्रमा की दूरी का ज्ञान दूसरे तरीकों से प्राप्त सूर्य-लम्बन के ज्ञान को जीवने का एक साधन है। यद्यपि यह ज्ञान उम प्राप्त लम्बन राशि में सही दिशा की ओर कुछ सुधार तो नहीं कर सकता।

एक तरीका और भी है। इसमें हम पृथ्वी द्वारा मङ्गल और शुक्र ग्रहों के किए गये विचलनों को जानकर उनकी सहायता से पृथ्वी एवं सूर्य के घनत्वों का अनुपात निकालते हैं। इस अनुपात के आधार पर ही हम पृथ्वी से सूर्य की दूरी निकाल सकते हैं। इस तरीके में सिर्फ एक ही बात ऊपर से मान लेनी पड़ती है ; यह यह कि न्यूटन का गुरुत्वाकर्षण का सिद्धान्त सत्य है। जैसे तो इस तरीके में लम्बन के नाशों एवं प्रकाश के वेग का ज्ञान—इन दोनों में से किसी की भी आवश्यकता नहीं है। गुरुत्वाकर्षण के सिद्धान्त पर आधारित इस या अन्य किसी तरीके से प्राप्त सूर्य-लम्बन की राशि एवं अन्य मान्यताओं पर आधारित तरीकों से प्राप्त राशि में बहुत पनी समानता है। पिछले किसी एक अवच्छेद में हमने जिस सम्भावना का उल्लेख किया है वह अब और भी पुष्ट हो जाती है। हमारे पाठक अब यह निर्विवाद जान गये होंगे कि पृथ्वी की तरह ही सारे सौर-मण्डल में लम्बन की क्रिया एक ही प्रकार का व्यवहार करती है ; कि हमारी प्रयोगशालाओं में प्रकाश-किरणें जिस वेग से दौड़ती हैं, बाह्य आकाश में भी यह उतने ही वेग से चलती हैं ; कि न्यूटन का गुरुत्वाकर्षण का सिद्धान्त एक तथ्य है ; और यह भी कि पृथ्वी एवं सूर्य के केन्द्रों की निम्नतम दूरी ६३,०००,००० मील है।

सौर-मण्डल के समानुपातों को ठीक समझने के लिए सर जान हर्श्ल ने एक उदाहरण दिया था जो हमारे रोजमर्रा के

जीवन से सम्बन्धित होने के कारण समझने में सुगम है। मान लें कि सूर्य एक गेंद के बराबर है, जिसका व्यास २ फीट है। इस गेंद के केन्द्र से १६४ फीट दूर मरसों का एक दाना पड़ा हुआ है जो बुध है और २८४ फीट की दूरी पर मटर का एक दाना पड़ा है जो है शुक्र ; ४३० फीट दूर मटर का ही एक और दाना भी पड़ा है जो हमारी पृथ्वी है। ६६४ फीट दूर एक बनी पिन का एक गोलाकार गिरा पड़ा है जो मङ्गल है। १०० और १२०० फीटों की दूरी के भीतर गुरु के कुछ कण पड़े हैं व इस मण्डल के उपग्रह हैं। करीब पाच मील दूर भीमन आका की एक नारङ्गी पड़ी है, जो बृहस्पति है। ३ मील दूर दूसरे एक छोटी नारङ्गी है जो शनि है। पौन मील दूर एक छोटा घेर पड़ा है जो वरुण है और सवा मील दूर बड़े आकार का एक घेर जो वारुणी है—इसमें हम थय यम ग्रह को भी जोड़ देते हैं, क्योंकि सर जान हर्शेल के समय तक वह अज्ञात था। हमारे इस चित्र में यम एक छोटा-सा दाना है, जो सूर्य के केन्द्र से ३१ मील दूर है।

चौथा परिच्छेद

हमारे दिव्य-चक्षु—दूरवीनें

यहाँ से आगे, अब, हमें अनन्त के उन क्षेत्रों की ओर बढ़ना है जो पृथ्वी से बहुत बहुत दूर हैं—इतने दूर कि उनमें के बहुत थोड़े ज्योतिषिण्ड ही हमारी नंगी आँखों से देखे जा सकते हैं और वह भी अस्पष्ट से ही। हमारी आँखों की दृष्टि-शक्ति एक सीमा में ही बँधी हुई है। विश्व-प्रकृति फिजूल खर्च तो हर्गिज नहीं है। जितनी दृष्टि-शक्ति से हमारे दैनिक जीवन का काम मजे में चल जाय, ठीक उतनी ही शक्ति उसने हमारी आँखों को दी है।

परन्तु, अनन्त में झाँकने की हमारी वस्तुकता की तो कोई सीमा नहीं। इन सुदूर क्षेत्रों को देख पाने की हमारी लालसा ज्यों-ज्यों प्रबल होती गई, अपनी आँखों की दृष्टि-शक्ति को अधिकाधिक बढ़ाने के लिये हम कुछ साधनों का निर्माण भी करते थले गए। समय के तक़ाज़ों ने उनको अधिकाधिक शक्तिशाली बनाने की ओर हमें प्रवृत्त किया। इन साधनों को हम 'दूरवीनें' कहते हैं।

अपने ज्ञान को बढ़ाने के लिये किये गये अभियान में

अनन्त के महापथ पर आगे कदम बढ़ाने से पहिले धृच्छा होगा कि हम इन दूरबीनों का पूरा परिचय ले लें।

चात कुल हजारों वर्ष पहिले की है। कुरुक्षेत्र की रणभूमि में युद्ध करने को आये हुए दोनों दलों में अपने ही सगे-स्वजनों को देखकर महावीर अर्जुन का मन विपाद-पूर्ण और हान्त हो उठा था। उसके मोह और विपाद को दूर करने के लिये श्री कृष्ण तब जो दिव्य उपदेश दिया था, उसके सिलसिले में अर्जुन व इच्छा पूरी करने के लिये उन्होंने उसे अपना ऐश्वर-रूप (विरव रूप) दिखाना चाहा। परन्तु अर्जुन या तो आलस्य एक मनुष्य ही; और इस कारण, उसकी दृष्टि-शक्ति भी सीमित ही थी। इस अड़चन को दूर करने और उसकी आँखों को तदनु रूप सामर्थ्य देने के लिये भगवान श्री कृष्ण ने उसे 'दिव्य-चक्षु' दिए थे:—

न तु मां शक्यसे द्रष्टुमनेनैव स्वचक्षुषा ।

दिव्यं ददामि ते चक्षुः पश्य मे रूपमैश्वरम् ॥

(श्री भगवद्गीता ११/८)

“परन्तु तुम्हारे इन नेत्रों से तुम मुझे (विरव-रूपको) नहीं देख सकोगे; मैं तुम्हें दिव्य-चक्षु देता हूँ, मेरे ऐश्वर रूप को देखो।”

अर्जुन का यह दिव्य-चक्षु कैसा था, हम नहीं जानते। परन्तु, विज्ञान ने विरव-रूप को भली-भाँति देख पाने के लिये

आज हमें जो दिव्य-चक्षु (दूरबीनें) दिए हैं, उनकी अपनी छोटी-सी कहानी हम यहाँ लिख रहे हैं।

अनन्त शून्य में अठखेलियाँ करते हुए ज्योति-पिण्डों को घूरने और उनका अध्ययन करने में दूरबीनें हमारी प्रयत्न सहायक हैं। ज्योति-पिण्डों के रूपों को बढ़ाकर दिखाने और उनके अस्तित्वों को बताने में उनकी अपनी अलग-अलग क्रियाओं के आधार पर वह तीन मुख्य किस्मों में विभक्त की जा सकती हैं, जो निम्नानुसार हैं।

- (१) घर्तक दूरबीनें ; refraction telescopes.
- (२) परावर्तक दूरबीनें ; reflecting telescopes.
- (८) रेडियो दूरबीनें radio telescopes.

आजकल पिछली दो भाँति की दूरबीनों का ही अधिक उपयोग किया जाता है। घर्तक दूरबीनों को इच्छानुसूल बढ़ी बनाने में कुछ व्यावहारिक मुश्किलें आ खड़ी होती हैं ; और इस कारण, खगोल-वैज्ञानिक अब इनको व्यवहार में कम ही लेते हैं।

जो कुछ हो, नक्षत्र-विज्ञान में दूरबीनों के युग की शुरुआत तो घर्तक दूरबीनों के आविष्कार के बाद ही हुई थी ; और पिछले चार सौ वर्षों के लम्बे दौर में इनका ही खोलवाला रहा था। इन दूरबीनों ने इस बीच ग्रहों और तारों के विषय में अनेक महत्वपूर्ण और युगान्तरकारी तथ्य खोजकर दिए भी थे।

इनके ऐतिहासिक मध्यम को देखकर पहिले हम वर्नक दूरबीन का परिचय देते हैं।

वर्नक दूरबीन

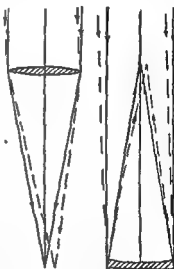
एक छोटी वर्नक दूरबीन सामान्य में एक वस्तु ही सीपा-
रा यन्त्र है। यह एक समीचीन लेंस है जिगहें एक मिरे पर तो
एक बड़ा लेन्स lens लगा रहता है। जिसे 'ऑब्जेक्ट ग्लास'
object glass (यह काँच जो दूरव वस्तु की ओर हो) कहते हैं
और दूसरे मिरे पर होता है एक छोटा लेन्स जिसे 'आई-पीस'
eye-piece (आँख की ओर जो काँच हो) कहते हैं। एक लेन्स
से हम सब भली-भाँति परिचित हैं। आँखों पर हम जो चश्मे
लगाते हैं, उनमें यह लेन्स ही होते हैं। यह काँच का एक गोठ
टुकड़ा होता है, जिसका मध्यभाग एक या दोनों तरफ उभरा
हुआ होता है।

किसी एक व्यक्ति के मुख, प्राकृतिक छटा के किसी एक
स्थल अथवा आकाश की किसी एक नीहारिका का, जो इन
लेन्सों के सामने होते हैं, प्रतिरूप बनाते समय यह लेन्स एक-
एक बिन्दु करके ही ऐसा करते हैं। जिस वस्तु का प्रतिबिम्ब
बनता है उसके समूचे आकार का प्रत्येक बिन्दु उस लेन्स पर
अपनी प्रकाश-किरणें डालता है। उन किरणों को पकड़ कर वह
लेन्स उन्हें अपने भीतर एक ओर को मोड़ देता है। इस प्रकार
वह सब किरणें उस लेन्स के पेट में एक ही बिन्दु पर आ जुटती
हैं। इस बिन्दु को 'नाभिक' focus कहते हैं। नाभिक पर

आकर वह सब किरणें अलग-अलग अपने-वैसे ही प्रतिबिम्ब बिन्दु बना देती हैं। वह सब प्रतिबिम्ब-बिन्दु ही मिलकर, एक सम्पूर्ण रूप में, उस दृश्य वस्तु का एक पूरा प्रतिबिम्ब बन जाते हैं। किरणों को इस प्रकार भीतर की ओर मोड़ने की क्रिया को 'वर्तन' refraction कहते हैं।

इस क्रिया को समझाने और 'परावर्तन' reflection की क्रिया से इसका भेद स्पष्ट करने के लिये नीचे हम रेखा-चित्र १८ दे रहे हैं।

इस चित्र में बायीं ओर तो वर्तन refraction की क्रिया करता हुआ एक लेन्स है और दाहिनी ओर है एक दर्पण जो 'परावर्तन' की क्रिया कर रहा है। दोनों पर एक तारे के प्रकाश की दो समानान्तर किरणें पड़ रही हैं। दृश्य वस्तु का प्रतिबिम्ब, एक लेन्स के तो पेट में बनता है, परन्तु एक दर्पण के मुख पर—उसकी सतह पर।



रेखाचित्र १८

एक अकेला लेन्स इन किरणों को बिल्कुल शुद्ध एक बिन्दु पर नहीं ला सकता। ऐसा करने के लिये भिन्न-भिन्न आकारों के दो लेन्सों की, जो भिन्न किस्म के काचों के बने हों, जरूर होती है। दूर की जिन वस्तुओं को हमें देखना हो वह अपने आकार की छाया उस बड़ी लेन्स (ओब्जेक्ट ग्लास) पर ठीक उसी प्रकार डालती हैं, जिस प्रकार फोटो लेने के एक कैमरे का लेन्स उसमें लगे हुए फिल्मों, प्लेटों और पर्दों पर डालता है, अथवा जिस प्रकार हमारी आँखों का अगला भाग उनके काले भाग पर ठहरी हुई पुतली retina पर डालता है।

एक कैमरे में हम देखते हैं कि जब तक 'शटर' shutter (प्रकाश को लेन्स पर पड़ने से रोकने के लिये जो बाधन काम में लिया जाता है) खुला रहता है, कैमरे में प्रतिबिम्बित छाया-आकृति बनी ही रहती है, चाहे उस कैमरे में कोई फिल्म न भी हो। छोटे-छोटे फिल्मी कैमरों के आज के जमाने में स्टैंड कैमरों 'stand' Cameras (बड़े आकार का एक कैमरा जिसे तीन छकड़ियों की एक तख्ती पर रख कर फोटो लिये जाते हैं) का चलन कम होता जा रहा है। हाँ, कुछ पुराने पेशेवर फोटोग्राफर तो आज भी इनको काम में लेते देखे जाते हैं। इन कैमरों में 'ग्राउण्ड ग्लास' ground glass और एक 'नामिक-पर्दा' a focus screen लगे रहते हैं। बर्तन और परावर्तन की क्रियाओं के कारण किरणें जिस पर्दे पर एक बिन्दु 'नामिक' focus बनाती हैं उसे 'नामिक-

पदों' कहते हैं। इन पर बने हुए प्रतिबिम्बका आकार ठीक उलटा बनता है। फोटोग्राफर कभी-कभी एक विस्तारक काँच Magnifying glass (दृश्य वस्तु को एक बड़े हुए आकार में दिखाने वाला काँच) के जरिये इस प्रतिबिम्ब को देखता रहता है, ताकि उसे पूरा बिश्वास हो जाय कि उसका कैमेरा उस वस्तु को, जिसका फोटो लिया जा रहा हो, ठीक-ठीक पकड़ रहा है। फोटोग्राफर जब ऐसा करता हो, उस बीच यदि कोई व्यक्ति उस नाभिक-पर्दे को यकायक हटा दे, तो उसका यही कैमेरा तुरन्त एक दूरबीन बन जावेगा। यही होगी ज्योतिर्विदों की दूरबीन। नाभिक-पर्दे के हट जाने पर भी 'विस्तारक काँच' के जरिये उस फोटोग्राफर को दृश्य-वस्तु की आकार में बढ़ी हुई छाया दीखती रहेगी। यही नहीं, पहिले की अपेक्षा अब वह छाया अधिक साफ और अधिक प्रकाशित दिखलाई देगी।

क्योंकि यह छाया उस दृश्य-वस्तु की ठीक उलटे रूप में पेश करती है, इसलिए उसे एक सीधा और वास्तविक रूप देने के लिए इन दूरबीनों में कुछ अन्य साधन लगा दिए जाते हैं। नाभिक जिन दूरबीनों को काम में लेते हैं वह आकार में लम्बी और इस प्रकार बनी होती हैं कि उन्हें आवश्यकतानुसार खींच कर घटाया भी जा सके। इस उलटी छाया-आकृति को सीधी करने के लिए नाभिकों की इन दूरबीनों में दो लेन्स और भी लगे रहते हैं। स्पष्ट ही यह दूरबीनें काफी लम्बी बन जाती हैं।

मैदानों में दूर के एक दृश्य को देखने के लिए अथवा क्रिनेट या गुटबाल के नेत्रों को स्पष्ट देख पाने के लिए हम जिन दूरबीनों का उपयोग करते हैं, उनमें वम आकृति को भीषी करने के लिए 'प्रिज्म' (prisms) लगे रहते हैं। इन प्रिज्मों की चारों मुखां एक समान लम्बाई की होती है और इनकी सतहें भी पारदर्शी और इस प्रकार बनी होती हैं कि वह किरणों को 'नामिक' बनाने को मोड़ दें—संश्लेष में, वर्तक होती है। इन 'प्रिज्मों' के कारण ही इन छोटी दूरबीनों को प्रिज्मी द्विनेत्रक या प्रिज्मेटिक बाइनोकुलर्स (prismatic binoculars) कहते हैं। प्रिज्मों के कारण ही यह दूरबीनें छोटी बन पड़ती हैं।

ऐसी ही एक दूरबीन और भी होती है जिसे खगोलीय दूरबीन कहते हैं। दृश्य वस्तु की छाया पकड़ने के लिये इसमें सिर्फ एक ही लेन्स रहता है और साथ ही रहता है एक विस्तारक-कौच जो उस छाया को बड़ी कर दिखा सके। उल्टी छाया आकृति की यह दूरबीन हमारे दैनिक उपयोग ■ अतुच्छ नहीं है। परन्तु, ज्योतिर्विद् को इस बात से तो कोई मतलब नहीं कि छाया उल्टी पड़ती है या सीधी, क्योंकि सुदूर अनन्त में न कुछ ऊपर है और न कुछ नीचे। ऊपर-नीचे के यह भेद महसूस हमारे अपने व्यवहार के लिए ही है। ज्योतिर्विद् को तो केवल यही ध्यान रखना होता है कि उस छाया को सीधा कर देखने के प्रयास में उसका प्रकाश कहीं छीज न जाय।

प्रसन्नचरा हम यह लिख देना चाहते हैं कि गेलीलियो ने

जिस दूरबीन को बनाकर काम में ली थी वह एक और ही भाँति की थी। उसका केवल एक ही गुण था और वह यह कि छाया उसमें ठीक सीधी पड़ती थी। जिन छोटी-छोटी साधारण दूरबीनों को नाटक देखते समय हम काम में लेते हैं उनमें ठीक ऐसी ही दो दूरबीनें एक दूसरी से सटी रहती हैं। इसीलिए कभी-कभी इन्हें गेडीखियों की दूरबीनें कहा जाता है। इन दूरबीनों को बनाने वाले कुछ स्थायी निर्माता इन दूरबीनों की दोनों तरफ बड़े-बड़े 'उभार' Projections (जो बाहर की ओर उभरे रहें) लगा देते हैं जिससे कुछ भोलेभाले ग्राहक प्रिन्स दूरबीनों के ध्रम में उनको खरीद लेते हैं।

इन दोनों दूरबीनों की एक खास पहिचान यह है कि बड़े उभारों की इन दूरबीनों में 'आब्जेक्ट-ग्लास' और 'आई-पीस' दोनों एक ही ओर पास-पास लगे रहते हैं, जबकि प्रिन्स दूरबीनों में वह 'आब्जेक्ट-ग्लास' हमेशा ही 'आई-पीस' से दूर भलग रहता है।

अब हम फोटो लेने के उस बाजारु पेशेवर कैमेरे (स्टैण्ड कैमेरे) की ओर फिर लौट आते हैं। दृश्य-वस्तु की छाया-अब उस कैमेरा के 'फ्राउण्ड-ग्लास' पर्दे पर एक 'नाभिक' में गिर जाती है तब फोटोमाफर उसे देखने लगता है, पर्दे की दानेदार सतह भी उसको ठीक वैसी स्पष्ट दिखलाई पड़ती है—क्योंकि तब वह दोनों एक ही स्तर पर होती हैं। फोटोमाफर यदि अपनी छाँसों को इधर-उधर हिलाने लो भी उसे वह दोनों

चमगुएँ (छाया और पर्दे की दानेदार सतह) एक दूसरी की अपेक्षा हटती-सी नजर नहीं आती। ग्राउन्ड-ग्लास पर्दे की जगह अब अगर एक बहुत ही महीन तार उस कैमरा की पीठ के आरपार ठीक उसी जगह रख दिया जाय तो दर्शक यही देखेगा मानो वह तार उस छाया पर ऊपर से लदा हुआ हो। यदि वह तार उस छाया के किसी एक खास बिन्दु को छूता हुआ-सा हो तो दर्शक चाहे अपनी आँखों को इधर-उधर थोड़ा हटावे, फिर भी हर हालत में यह तार छाया के उसी बिन्दु को छुप छुप-सा उसको दीख पड़ेगा।

आज तो यह सारी बातें हमें बिल्कुल आसान मालूम होत हैं, परन्तु दूरबीन के प्रथम आविष्कार के बाद करीब ४० वर्ष तक इस महीन तार को लगाने का कोई महत्व किसी को भी ज्ञात न था। इसका महत्व यही है कि जिस दूरबीन में एक बहुत ही महीन तार लगा होता है अथवा दो ऐसे महीन तार छेगे होते हैं जो उस छाया आकृति की सतह पर एक दूसरे को काटते हैं, यह दूरबीन बहुत ही शुद्ध फल देती है। जबतक महीन तार की इन दूरबीनों का महत्व नहीं जाना गया, जबोतिविद प्रायः आकाश में तारों अथवा अन्य पिण्डों की स्थिति जानने के लिये उनकी ओर इक्षित करने के कुछ अन्य साधनों को काम में लेते थे—वेमे कुछ साधनों को जैसे कि निरानों को ठीक साधने के लिये अक्सर बन्दूकों में छेगे रहते हैं। प्रत्येक व्यक्ति जो बन्दूक थला चुका है, जानता है कि निराने को साधने के

लिये उसे चार अलग-अलग चीजों को विलकुल एक सीध में करना पड़ता है। प्रथम तो वह वस्तु जिसे निशाना बनाना हो, दूसरे बन्दूक के मुँह पर लगा हुआ अपनेत्र Foresight, तीसरे पीछे की ओर लगा हुआ अपनेत्र और चौथे निशाना साधनेवाले की आँखें। गोली निशाने पर ठीक लगे, इसके लिये यह चारों एक ही सीध में होने चाहिएँ। पहिली तीनों चीजें आँख से भिन्न-भिन्न दूरी पर होती हैं। इन सबको एक साथ एक ही सीध में रखना पड़ा मुश्किल है। निशाना की जानेवाली वस्तु तो बड़ी नहीं की जा सकती। वह सब देखते हुए आश्चर्य होता है कि एक साधारण बन्दूक से कैसे कोई निशानेबाज अपने निशाने को ठीक मार सकता है और यह भी कि ऐसे ही साधनों को अपनी दूरबीन में काम लेते हुए टायको ब्राही और उसके समकालीन अन्य ज्योतिर्विद् कैसे कोई उपयोगी वैध कर सके।

अब हम एक ऐसी दूरबीन का उल्लेख करते हैं जिसके नाभिसंयल पर एक दूसरे को पार करनेवाले कुछ तार लगे हुए हैं। इस दूरबीन को काम में लेते समय हमें सिर्फ़ यही करना होता है कि इस दूरबीन को हम इस प्रकार घुमावें कि एक दूसरे को पार करनेवाले उन दोनों ही तारों का वह बिन्दु, जहाँ दोनों एक दूसरे से मिलते हैं, दृश्य-वस्तु की छाया-आकृति के नाभिक-बिन्दु से पूरा मेल खा जाय। अब जब तक दोनों ही बिन्दु ठीक नाभिक पर हैं तो हमारी आँखें यदि 'आई पीस' पर ठीक

उस दूसरे चल तार को आकाश के ही एक दूसरे तारे की बिल्कुल सीध में कर देना होगा। 'स्कू' के घुमावों की संख्या एवं उस तार के घुमाव के अंशों द्वारा दोनों छाया-आकृतियों की आपसी दूरी को हम पकड़ सकेंगे। तब हम बड़ी आसानी से उक्त दूरी को आकाशकी कोणीय दूरी में बदल कर जान सकेंगे।

इन दोनों महीन तारों पर एक लम्ब Perpendicular बनाता हुआ तीसरा एक तार और भी आवश्यक होगा। इन तीनों तारों को दूरधीन के खोल में चढ़ाकर उसे इस तरह घुमाना होगा कि वह तीसरा तार, जो 'स्थिति-सूचक तार' कहा जाता है, दोनों ही दृश्य पिण्डों की सीध में आ जाय। दूरधीन की खोल में एक अर्ध-वृत्त भी लगा दिया जाता है जिसमें कि दोनों पिण्डों को संयुक्त करनेवाली रेखा की कोणीय-स्थिति जानी जा सके। इन महीन तारों से युक्त एक दूरधीन के सुँह की सतह कैसी दिख पड़ेगी, यह बताने के लिये नीचे रेखा-चित्र १६ दिया जाता है। इस चित्र में दूरधीन के दोनों महीन तार आकाश के दो तारों पर लगे हुए दिखाये गये हैं।

एक विकला से भी कम कोणीय दूरियों को नापने में इसकी जोड़ का कोई दूसरा यन्त्र अबतक तो नहीं बना है। जिन महीन तारों का उल्लेख हम ऊपर कर आये हैं वह वास्तव में अत्यन्त महीन मकड़ी के



रेखा-चित्र १६

एक खगोलीय कैमेरा अथवा एक फोटोग्राफिक दूरबीन ठीक वैसा ही होता है जैसा कि साधारण व्यवहार में आने वाला कोई एक कैमेरा, फर्क होता है केवल उनके आकार-परिमाण में ही। साधारण व्यवहार के एक कैमेरा में करीब १ इंच व्यास और ४। इंच नाभि लम्बाई का एक लेन्स होता है और ३।×२। इंचों का एक प्लेट अथवा फिल्म भी लगा रहता है। प्रीनविष की शाही वेधशाला में तारों के लम्बनों को जानने के लिए जो दूरबीन काममें ली जाती है उसके लेन्स का व्यास २६ इंच और नाभि-लम्बाई १२ फीट ५ इंच है, जब कि उसमें प्लेट सिर्फ ६ वर्ग इंच का ही लगा हुआ है। आकार में जो दो तारे एक दूसरे से १ विकला दूर होते हैं, दूरबीन के प्लेट पर उनकी प्रति-बिम्बित आकृतियाँ एक दूसरी से ०.००१३ इंचों के अन्तर पर पनती हैं। यह संख्या एक इंच का हजारवाँ भाग है।

इस प्लेट पर प्रतिबिम्ब लेने एवं बाद में उसका नाप लेने में बहुत अधिक सावधानी रखनी होती है, ताकि कोई गलती न हो। जिस तारे का लम्बन जानना होता है वह यदि आस-पास के तारों की अपेक्षा अधिक चमकदार हो, और ऐसा प्रायः ही होता है, तो उस अवस्था में प्रकाश-प्रतिरोधक occulting shutter (जो किन्हीं दो वस्तुओं के बीच आकर उनमें से एक को अपने पीछे छिपा ले) को काम में लेते हैं, जिससे उस अधिक चमकदार तारे के प्रकाश को समय-समय पर टँक दिया जाय ताकि दूरबीन के प्लेट पर पड़ने वाली उसकी छाया उन पड़ोसी

तारों की तुलना में अधिक गहरी और लम्बी न हो जाय। प्लेट पर पड़े हुए तारों के प्रतिबिम्बों के बीच दूरी नापने के लिए त्रिसयन्त्र का उपयोग किया जाता है वह अत्यन्त पेचीदा है इसे बनाने में बहुत सावधानी रखनी होती है।

ग्रीनविच की वेधशाला में लगी हुई यह सयसे बड़ी वर्तक दूरबीन है। परन्तु अनन्त शून्य में फाँकने की इसकी शक्ति की भी एक सीमा है। उस सीमा के आगे भी ज्योतिषिण्ड तो थे ही; क्योंकि सुदूर से आते हुए उनके प्रकाश ही उनके अस्तित्व का भान करा रहे थे। उनको देखने की लालसा ज्योतिर्विदों में प्रबल हो उठी। उधर इस दूरबीन में लगे हुए लेन्ससे भी एक बड़े 'वर्तक' लेन्स को बनाने में अनेक मुश्किलें आ पड़ी।

वैज्ञानिकों ने तब और रास्ते ढूँढ़े, उनका ध्यान दर्पण की ओर गया। सोचा गया कि इस काम को आगे बढ़ाने के लिए दर्पण को क्यों न आलसमाया जाय। न्यूटन और कासेग्रॉ जैसे पूर्ववर्ती वैज्ञानिक दिशा-संकेत तो कर ही चुके थे। प्रयोग किए गये और सफल भी हुए। ज्योतिर्विज्ञान ने तब दर्पण की 'परावर्तक दूरबीनों' के आधुनिक युग में प्रवेश किया।

परावर्तक दूरबीनें

एक दर्पण से हमारा वास्ता तो रोज़ पड़ता है, परन्तु हम व्यक्ति यह जानते हैं कि एक 'ननोदर दर्पण' प्रतिबिम्ब भी बनाता है। यह जान लेना

जरूरी है कि जिस दर्पण का पेट भीतर की ओर घेठा हुआ हो उसे एक 'नतोदर दर्पण' & concave mirror कहते हैं; और जिस दर्पण का पेट बाहर की ओर घड़ा हुआ या निकला हुआ हो उसे एक 'उन्नतोदर दर्पण' & convex mirror कहते हैं।

दर्पण का आकार यदि एक परबलय & parabola (ज्यामिति की एक शक्ति जिसकी सतह बहुत सूक्ष्म परन्तु घड़ती हुई घक्रता लिए हुए हो) के आकार का हो, और कोणाकार न हो, तो यह अपनी सतह पर पड़ने वाली किरणोंको वापिस फेंक कर अपनी उस सतह पर ही एक बिन्दुकी ओर मोड़ देता है जहाँ जाकर वह किरणें एक 'नाभिक' focus बनाती हैं। इस क्रिया को परावर्तन reflection कहते हैं। इस क्रिया को रेखाचित्र १८ में स्पष्ट दिखाया गया है।

जो वस्तु दर्पण के सामने होगी उसके मूर्त रूप का प्रत्येक बिन्दु अपनी-अपनी प्रकाश-किरणें उस दर्पण की सतह पर डालेगा। परावर्तन की क्रिया द्वारा यह दर्पण उस प्रत्येक बिन्दु का एक एक शुद्ध प्रतिबिम्ब-बिन्दु बना देगा। यह सब प्रतिबिम्ब-बिन्दु एक संयुक्त रूप में, उस वस्तु का शुद्ध प्रतिबिम्ब बन जायेंगे। यह प्रतिबिम्ब उस दर्पणके मुख या सतह पर ही होगा।

इस प्रतिबिम्बको देखने के लिए जब कभी हम उस दर्पण के सामने खड़े होकर उसमें झाँकते हैं तो हमारा मिर उस दृश्य-वस्तु की दर्पण पर पड़ती हुई रोशनीको ढक देता है। लेन्स के व्यव-

द्वारमें यह दिखा नदी होगी; इसलिए कोई आरग्य नदी किपरिउं पदल जो दूरबीनें बनाई गई थी यह सब वर्तक दूरबीनें ही थीं।

एक दर्पण द्वारा बनाये गये प्रतिबिम्बों को देखने में यह एक भारी दिक्कत थी। हरय-यन्त्र के प्रकारा को बिना रोंके दर्पण पर पड़े हुए उमके प्रतिबिम्ब को देख पाने के लिए तीन व्यक्तियों ने तीन भिन्न भिन्न तरीकों पर नेटार्ग की और तीनों सफल भी हुए। एक थे सर आइजक न्यूटन जो अंगरेज थे, दूसरे थे स्काटलैण्ड के निधामी मेगोरी और तीसरे थे फ्रांस देशीय कासेमी। कहना न होगा कि उनकी बनाई हुई तीनों दूरबीनें परावर्तक थीं।

न्यूटन की दूरबीन में उसकी नली के बीच, ऊपरी सिरे के ओर एक छोटा चौरस दर्पण अथवा एक समकोण त्रिकोण कांच (a prism) लगा रहता था। नली के एक ओर एक छिद्र होता था। किरणें ऊ्यों-ऊ्यों एक क्रम से अपने प्रतिबिम्ब बिन्दुओं पर पड़ती थी, यह छोटा दर्पण उनको नली की एक तरफ छिद्र में से आजूबाजू प्रतिबिम्बित कर देता था, जहाँ उस पूरे प्रतिबिम्ब को देखा जा सकता था।

मेगोरी की दूरबीन में एक छोटा ततोदर दर्पण लगा रहता था, जो किरणों को परावर्तित कर उन्हें मुख्य-दर्पण के एक छिद्र में से वापिस फेंक देता था। इस छोटे दर्पण पर पड़ने के पहिले ही वह किरणें तब एक नाभिक पर आ जाती थीं। इसका एक तो यह होता था कि मुख्य-दर्पण पर जो अन्तिम

प्रतिबिम्ब बनता था, वह बिल्कुल सीधा होता था; बर्तक दूरबीनों की तरह उल्टा नहीं।

कासेमीकी दूरबीन में यह छोटा दर्पण कमजोर होता था और न्यूटन की दूरबीन के धीरेस दर्पण की तरह इस प्रकार लगा होता था कि मुख्य-दर्पण से आता हुआ प्रकाश, एक नाभिक बनाने के परिणाम ही इसपर आ गिरता था। इस कारण इसमें बना हुआ प्रतिबिम्ब उल्टा होता था।

मेगोरी और कासेमीकी दूरबीनों में एक बात बिल्कुल एक ही जैसी होती थी। यदि अकेला मुख्य दर्पण ही उपयोग में लिया जाता और उस हास्य में जो प्रतिबिम्ब बनता, उसकी तुलना में इन दोनों दूरबीनों में बना हुआ प्रतिबिम्ब बड़े आकार में बनता था। कासेमीकी दूरबीन मेगोरी की दूरबीन की अपेक्षा छोटी होती थी; चाकी और सब बातें उन दोनों में प्रायः एक जैसी ही थीं। छोटी होने के कारण ही यह दूरबीन आकाशीय अध्ययनों में बहुत पसन्द की जाती थी।

इन तीनों परावर्तक दूरबीनों में छोटे दर्पण की रुकावट के कारण प्रकाश की कुछ क्षति हो जाती थी। यह क्षति कुछ अधिक तो न होती थी। यदि छोटे दर्पण का व्यास मुख्य-दर्पण के व्यास का एक तिहाई ही होता, तो भी उसमें प्रकाश का नौवां भाग तो नष्ट हो ही जाता।

शुरू में, सभी परावर्तक दूरबीनों के दर्पण ताम्र और टिन के मिश्रण से बनाए जाते थे। इस मिश्रण को स्पेकुलम धातु कहते

ये; क्योंकि लैटिन भाषा में दर्पण को स्पेकुलम (speculum) कहते हैं। इस मिशन के बने हुए दर्पण प्रकाश को पूरा परावर्तित नहीं कर पाते थे। पिछली गढ़ी के मध्य भाग में एक ऐसा तरीका जान लिया गया, जिससे काँच पर चाँदी का एक मूल्य खोल चढ़ाया जा सकता था। उस समय के बाद स्पेकुलम धातु का उपयोग बन्द कर दिया गया। उसकी जगह काँच को ही काम में लेने लगे। अभी हाल के कुछ वर्षों में एक गुयार और भी किया गया है। चाँदी की जगह अब शुद्ध एलुमीनियम का खोल चढ़ाया जाने लगा है। इसके व्यवहार में दो बड़े छान हैं। प्रथम तो यह चाँदी की तरह काँच को कुरूप नहीं करता; दूसरे यह प्रकाश की कासनी और परा-कासनी किरणों (the violet and ultra-violet ray) के काफी बड़े भाग को भी परावर्तित कर देता है। फोटो चित्रों की दृष्टि से नीची फड़कनों की प्रकाश-किरणों की अपेक्षा यह दोनों किरणें अधिक चम्काल हैं।

सौ श्वेद व्यास की परावर्तक दूरबीन सन् १६१७ ई० में ही बनकर तैयार हो चुकी थी। जी. डब्ल्यू. रिची ने इसका मुख्य दर्पण बनाया था। इसकी सतह को पूरी दृष्टि-वर्धक और इतनी शुद्ध कि उसमें १.००१.००० श्वेद की भी गलती न हो, बनाने में रिची को पूरे ६ वर्ष लगे थे। इसके दर्पण का वजन १ टन है। इसको माउन्ट विल्सन की वेधशाला में बैठाया गया। संयुक्त-राष्ट्र अमेरिका के कैलीफोर्निया राज्य में यह वेधशाला

है। इसको बैठाने में अनेक समस्यायें ठठ खड़ी हुई थीं। किसी प्रकार इसे बैठाया गया और वह भी इस तरह कि आकाश के किसी भी भाग को इसकी पकड़ के भीतर लाने के लिए इसको आसानी से घुमाया जा सके और जिस पिण्ड का वेध लिया जा रहा हो उसके पीछे-पीछे शुद्ध रूपमें इसको चलाया जा सके।

भरसक हाथ-पाँव मारने पर भी यह दूरबीन विश्व के तल को न छू सकती। जहाँ तक यह पहुँच पाई, विश्व के कहीं जाकर समाप्त हो जाने के कोई बिह्व इसे दिखाई न पड़े। भाग्य जाने की तो और भी बहुत गुञ्जाइश थी, परन्तु यह काम इस दूरबीन के बरा का न था। परन्तु मनुष्य तो हार मानकर बैठ रहने वाला जीव नहीं। उसने कई गुने अधिक शक्तिशाली एक दूसरे गोताखोर को तैयार कर इस काम में जोता।

वह थी २०० इन्च व्यास के दर्पण की दूरबीन जो अमेरिका के इसी राज्य में माउन्ट पैलोमर की वेधशाला में खड़ी की गई। द्वितीय महायुद्ध के शुरु होने के पहिले ही इस वेधशाला की विशाल इमारत, चारों ओर घूमते हुए उसके शिखर और उस भीमकाय दूरबीन के २०० इन्च व्यास के दर्पण के आधार बनकर तैयार हो चुके थे। पैसेडेना शहर में स्वयं इस दर्पण को बनाने का काम भी चालू हो चुका था। अमेरिका भी जब इस महायुद्ध में शामिल हो गया तब यह सारा ही काम एकबार बन्द कर देना पड़ा। सन् १९४५ ई० के खत्म होते-होते यह काम फिर उठाया गया। सन् १९४७ ई० के अन्त तक दर्पण

बन कर तैयार हो गया और सन् १९४६ के प्रारम्भ से इस दूर-बीन ने अपने को सौंपा हुआ काम सम्हाल लिया।

माउन्ट विल्सन की अपनी बहिन से आकार परिमाण में बड़ी होने के साथ-साथ यह दूरबीन अनेक बातों में उससे ज्यादा सुधरी हुई और उन्नत है। इसके विशालकाय दर्पण के सतह, जिसका व्यास १७ फीट से भी ऊपर है, पूरी रौनकदार और साथ ही परबलयाकार बकता लिए हुए भी है। यह बकता इतनी शुद्ध है कि इसका सूक्ष्म से सूक्ष्म कोई भी भाग बनावट में १,०००,००० इंच तक भी गलत नहीं है।

इसको इस प्रकार बैठाया गया है कि इसकी पकड़ में समूचा आकाश, जितना कि माउन्ट पैलोमर से देखा जा सके, आ जाता है। माउन्ट विल्सन की दूरबीन को आरुढ़ करते समय उसके आधार के टिकाऊ और कड़े होने पर ही विशेष ध्यान रखा गया था। इस कारण उस दूरबीन का आसन इतना ज्यादा कड़ा हो गया है कि उत्तरी ध्रुव के ऊपर करीब ३४ अंशों तक का आकाश-भाग उस दूरबीन से ओझल ही बना रहता है। इस घड़ी दूरबीन को आरुढ़ करते समय इस बात पर पूरा ध्यान रखा गया था, और इस कारण इसका आरोह इस पशु-रता के माध्य किया गया है कि इस दूरबीन के सामने यह दिक्कत नहीं आती।

जिस दृश्य से इस दूरबीन के मुख्य और गौण दोनों दर्पण बनाये गये हैं उसमें भी महत्वपूर्ण सुधार दिया गया है। सो

इन्ध व्यास की दूरबीन का दर्पण तो साधारण काँच का एक ही पूरा टुकड़ा है—वस काँच का जिससे हमारे मकानों की खिड़कियाँ बनाई जाती हैं। साधारण काँच पर वायुमण्डल के तापमान का बहुत असर होता है। तापमान के बढ़ने और गिरने के कारण इसमें क्रमशः काफी फुलाव और संकोच हो जाता है। सभी तरह के काँच ताप का प्रसार बहुत धीरे-धीरे करते हैं। इसका परिणाम यह होता है कि दिन की धूप में तप जाने पर दूरबीन का दर्पण रात होने पर जब आकाश की ओर अपना मुख ऊँचा किए रहता है तो उसकी ऊपरी या बाहरी सतह तो शीघ्र ठण्ठी हो जाती है, परन्तु सतह के नीचे वह गर्म ही बना रहता है। ठण्डे होने की यह असमानता दूरबीन की परावर्तक सतह के रूप और आकार में फर्क डाल देती है और इस पर बने प्रतिबिम्ब की रूपरेखा की शुद्धता को कम कर देती है। सब तो यह है कि कुछ घण्टों तक ठण्डा हो चुकने पर ही यह दर्पण कुछ काम कर सकता है। मौसिम यदि असाधारण हो अथवा शरद ऋतु का महीना हो जब दिन-रात के २४ घण्टों में तापमान में बहुत कम अन्तर आते हैं, तब यह दूरबीन अपना सबसे अच्छा काम कर दिखाती है।

इस बड़ी दूरबीन के दर्पण एक दूसरे ही किस्म के काँच के बने हुए हैं। इस काँच की ताप-प्रसार की राशि साधारण काँच की ऐसी राशि की सिर्फ़ चौथाई ही है। एक बात और भी है; इस दूरबीन का मुख्य दर्पण भी काँच का एक ही पूरा टुकड़ा

नहीं है। हमको बालने ॥ भी काफी मनचूँना रखनी पड़े। मधुमक्खियों के लसों में जिस तरह के छोटे-छोटे लहूँ-से होते हैं, ठीक वैसे ही लहूँ हम दर्पण की पीठ पर भी डाल दिए गये हैं। इस प्रकार, हमके काँच की मोटाई कहीं भी कुछ मोड़ों इन्हीं से अधिक न हो पाई है। यह केवल इमीलिय किया गया है ताकि यह दर्पण बहुत शीघ्र सर्वत्र एक बराबर तापमान पर ठण्डा हो जाय।

माउन्ट विलसन दूरबीन की तरह यदि हमका दर्पण भी दो या तीन फीट मोटे काँच का केवल एक ही टुकड़ा होता, तो यह भी इतना शीघ्र एक समान तापमान पर ठण्डा न हो पाता। इस बल्लई के कारण ही यह दर्पण, अपने आकार-परिमाण को देखते हुए, हलका भी सूख घन पड़ा है। इतना होने पर भी इसका वजन १५॥ टन तो होही गया है। यह भी यदि काँच का एक पूरा टुकड़ा ही होता तो इसका वजन भी बढ़कर ४० टन हो जाता।

यह दूरबीन इतने बड़े मान पर बनाई गई है कि इसके डबे में, जो इसके गौण दर्पण को और 'मुख्य नाभिक' Primary focus पर लगी फोटो प्लेटों को लादे रहता है, बैठ करनेवाला ज्योतिर्विद् भी मजे में घर बनाकर बैठा रह सकता है और वहाँ बैठा हुआ ही घूमने-फिरने का आनन्द ले सकता है। दूरबीन के यन्त्र का बालक एक टेलीफोन द्वारा उस ज्योतिर्विद् के साथ अपना सम्बन्ध बनाये रखता है। टेलीफोन के जरिये वह

ज्योतिर्विद् उस चालक को हिदायते देता रहता है ; और अनन्त के जिस पिण्ड का उसे फोटो-विग्र लेना हो, चालक को कहकर वह उस पिण्ड पर दूरबीन को लगवा सकता है ।

दूरबीन का फोटो-प्लेट भी एक वाहक Carrier में लगा रहता है । कुछ पुजों की मदद से इस वाहक को चारों ओर सभी दिशाओं में घुमाया जा सकता है, जिससे कि वेध करने-वाला ज्योतिर्विद् अपने उस पिण्ड के प्रतिबिम्ब को ठीक 'नाभिक' focus में रख सके और दूरबीन की चाल में यदि कुछ थोड़ी गलती हो जाय तो उसे ठीक कर सके ।

जिस बड़े पर में यह विराटलकाय दूरबीन रहती है वह गोल पना हुआ है । उसका व्यास diameter करीब १४० फीट है । इस मकान के सिर पर एक अर्ध-गोलाकार शिखर की टोपी रहती है । इसको बिजली की मोटरों द्वारा गोल पट्टियों पर चारों ही ओर घुमाया जा सकता है । शिखर में एक तरफ एक चौड़ा खुलाव है, जो उसकी चोटी और उसके भी आगे तक चला गया है । मोटर-चालित बड़े सिङ्कनों से इसे घुंघ किया जा सकता है ।

माउन्ट पैलोमर की पहाड़ी स्वयं ६५०० फीट ऊँची है—आकाश में जिस ऊँचाई तक कुहरा और धुन्ध छाये रह सकते हैं, उससे ऊँची है । यह उम ऊँचाई पर है जहाँ आकाश प्रायः काफी स्वच्छ रहता है । हवा भी यहाँ प्रायः एक ही धीमी चाल से चलती रहती है, उसकी चाल में विशेष परिवर्तन नहीं होता ।

इस कारण यहाँ एक दूसरी के सम्मुख बढ़ती हुई वायु की प्रहरों की टकराओं के कारण होने वाले उनके कम्पनों के असर महसूस नहीं होते।

इस दूरबीन को अपने काम में पूर्ण समर्थ बनाने में कोई कोर-कसर बाकी नहीं छोड़ी गई है। इसमें कोई सन्देह नहीं कि यह दूरबीन समय बीतने के साथ-साथ विश्व के विषय में हमारे ज्ञान को अधिकाधिक बढ़ावेगी। इसको काम करते हुए अभी थोड़ा ही समय हुआ है फिर भी अपने पिछले पाँच वर्षों के आकाशीय निरीक्षणों के परिणामों के रूप में इसने आज हमें यह तो बता ही दिया है कि यह विश्व, जितना आज हम उसे देख सके हैं, बाहर की ओर सभी दिशाओं में दो अरब प्रकारा वर्षों के विस्तार में फैला हुआ है।

जब कभी दूरबीनों की शक्ति में वृद्धि की गई, पुरानी समस्याओं के समाधान तो हुए और अनेक अप्रत्याशित तथ्य भी प्रकाश में आये; परन्तु उतनी ही नई समस्याएँ और नये प्रश्न उत्पन्न होते गये जिनके सन्तोषप्रद समाधानों के लिये और भी बड़ी दूरबीनें बनानी पड़ी।

अभी से ही हम यह तो सोचने लगे हैं कि बहुत शीघ्र २०० ई.पू. व्यास की इस दूरबीन से किये गये वेषों के परिणाम स्वरूप और भी ऐसे नये प्रश्न उत्पन्न होंगे जिनके उत्तर पाने के लिये, कुछ वर्ष बीगते न बीगते, हम इससे भी बड़ी एक ३०० ई.पू.

व्यास की दूरबीन की माँग करने लगे। सचमुच, विश्व-प्रकृति हमारे साथ खिलवाड़ कर रही है।

रेडियो दूरबीनां

जिन वर्तक और परावर्तक दूरबीनों का जिक्र हम ऊपर कर आये हैं उनको खगोल-विज्ञान में दर्शक दूरबीनें The optical telescopes कहते हैं, क्योंकि दूर की वस्तुओं को देखने में यह हमारी आँखों को सहायता देती हैं। विश्व के दृश्य रूप को तो यह दूरबीनें दिखा देती हैं, परन्तु उसका एक रूप ऐसा भी है जो अदृश्य रहता है। जो तारे या उनके गुच्छे स्वयं प्रकाशित हैं वह हैं विश्व के दृश्य रूप, जब कि कुछ तारे या उनके गुच्छे ऐसे भी हैं जो प्रकाशमान नहीं हैं और इस कारण वह अदृश्य रहते हैं। उनको “काले तारे” The Black Stars कहते हैं। आगे चलकर दशम परिच्छेद में हम इनकी चर्चा करेंगे।

वर्तक और परावर्तक दूरबीनों का सम्बन्ध तो प्रकाश के ही साथ है—वस्तुओं या पिण्डों के प्रकाश को पकड़ कर, वर्तन और परावर्तन की क्रियाओं द्वारा प्रतिबिम्ब बनाकर ही वह उनकी मालूम दे सकती हैं। काले तारों पर उनका कोई घरा नहीं चलता।

यह काम रेडियो-दूरबीनों Radio telescopes करती हैं। रेडियो-तरंगों को पकड़ कर यह हमें उनको भेजनेवाले अदृश्य पिण्डों के अस्तित्व से परिचित करा देती हैं। इंग्लैंड

देश के बेरायर जिने के एक गाँव "बार्नशो-कम-गुस्ट्री" Barnshaw-cum goostrey में, मैग्नेटर विधिविगलन की जोड्रेल बैंक नेभराला Jodrell Bank observatory है, वहाँ आज की दुनियाँ की सबसे बड़ी रेडियो-दूरबीन बनाई जा रही है। यह विशालकाय दूरबीन अभी बनाई जा रही है। यह ३०० फीट ऊँची होगी और गुनना में माइन्ट पैडोमर। सबसे बड़ी दूरबीन के टकर की होगी। माइन्ट पैडोन की दूरबीन का दर्पण जहाँ २०० इंच व्यास का है, वहाँ दूरबीन का प्रतिबिम्बक The reflector २५० फीट व्यास का होगा। १०० फीट ऊँचे फौलादी रास्सों पर लटकती हुई या दूरबीन अनन्त आकाश के किसी भी ज्या-स्क्वड arc के किमी भी अंश की ओर आसानी के साथ घुमाई जा सकेगी। ३५० फीट व्यास की एक भ्रमण-कक्षा पर यह दैत्य (दूरबीन) चारों ओर घूम सकेगा। इस भ्रमण-कक्षा को बनाने में २५०० टन इस्पात और फट्टर लगे हैं।

रेलवे के डिब्बों की तरह के १२ डिब्बों पर यह दैत्य बैठाया जायगा। प्रत्येक डिब्बे के सात-सात पहिये होंगे। इन सबको खींचनेवाले आगे के दो डिब्बे रेलवे-एक्सप्रेसों के इन्जिनों के बराबर बड़े होंगे। दुनियाँ में अपने ढङ्ग की यह सर्वप्रथम दूरबीन होगी। अपने विद्युत्-चालित गणक-यन्त्रों Electronic Computers की मदद से गणित की जटिल प्रक्रियाओं को दर्ज करती हुई यह आकाश को शान के साथ घूरा करेगी और

अनन्त के अल्यस, अगोचर पिंडों के अस्तित्व का ज्ञान दे सकेगी।

रेडियो दूरबीन की अपनी राम कहानी भी काफी दिलचस्प है। इसकी जन्मतिथि पकड़ पाने के लिए हमें दिसम्बर, १९४३ ई० में, द्वितीय महायुद्ध के घमासान में, जर्मनी के एक शहर लीपज़िग Leipzig पर ब्रिटिश हवाई जहाजों द्वारा की गई भयानक बमबारी को याद करना होगा। करीब १०,००० फीट गहरे कुदरे की चट्ट ओढ़े यह शहर सुरक्षित ही मालूम होता था, परन्तु मिटेन का शाही हवाई वेड़ा इसके ऊपर उड़ा और कुदरे की इस मोटी चट्ट को भेदकर इस शहर के एक प्रमुख भाग को तबाह कर आया।

यह करिश्मा उन यन्त्रों का ही था जो इस बेड़े के एक जहाज में लगाए हुए थे। इन्होंने अदृश्य रेडियो-किरणों द्वारा इस शहर के प्रत्येक भाग को जगमगा दिया। बेड़े के रडार-पट्टों पर उन भागों को यह किरणें प्रतिफलित कर रही थीं। बम-बर्षकों को यह इस प्रकार स्पष्ट दीख रहे थे, मानो उनके और इस शहर के बीच कुदरे की घनी चट्ट भी ही नहीं। इस करिश्मे को कर दिखानेवाले वैज्ञानिकों में एक था बर्नार्ड लोवेल।

युद्ध समाप्त हो जाने पर लोवेल अपने रडार-अनुभवों को लेकर मैन्चेस्टर में प्रोफेसर पी० एम० एम० ज्लैकेटसे आ मिला। इन दोनों ने मिलकर विश्व-किरणों The Cosmic rays की बीधारों को पकड़ने की ठानी।

चेसायर जिले में मैन्चेस्टर विश्वविद्यालय का "जोडेल बैंक वनस्पति विभाग" था। इस विभाग ने इन दोनों वैज्ञानिकों को शोध के काम के लिए अपना एक खेत दे दिया। अपने ट्रेडर, रहार के ग्राहक-दण्ड और अन्य यन्त्र लेकर यह दोनों इस खेत में आ बसे।

धूमकेतुओं ने ही पहिले-पहल इनकी धाँहें पकड़ी, उन्होंने अपने शिक्षित भेजने शुरू किए। इनसे कुछ पहिले ही, सन् १६४५ ई० में इंग्लैंड के हे Hey नामक एक वैज्ञानिक ने भी कुछ पुराने यन्त्रों को ठीकठाक कर, अनन्त के रहस्य-भरे प्रदेश से आते हुए शिक्षाओं पर काम करना शुरू कर दिया था। सन् १६४८ ई० तक कैम्ब्रिज में भी राइल Ryle और एक आस्ट्रेलियन वैज्ञानिक बोल्टन Bolton ने, एक ही समय, कुछ ऐसे रेडियो-तारे खोज निकाले, जो तबतक खगोल-विज्ञान की तारा-सूची में कहीं भी दर्ज न थे। जो तारे रेडियो-किरणों का प्रसार करते हैं, उन्हें रेडियो-तारे कहा जाता है।

लॉरेल और उसके साथियों ने जोडेल बैंक में २२० फीट व्यास का एक भारी-भरकम ग्राहक-दण्ड बनाना शुरू किया। लोहे के तारों से गुँथी हुई एक टोकरों की तरह इसे उन्होंने गुँथा। परन्तु इसके व्यवहार में एक मुश्किल थी। एक ही स्थान पर मजदूरी ने जमाकर गड़वा दिया गया यह ग्राहक-दण्ड अनन्त के तारों और के भागों की तरह इच्छानुसार घुमाया नहीं जा सकता था। इस मुश्किल को दूर करने के लिए जो आगवा

कदम छड़ाया गया बही है यह रेडियो-दूरबीन। इसे बाड़े
विपर आसानी से घुमा-फिरा सकते हैं।

देखना है कि यह दूरबीन अनन्त के क्या-क्या मोड़ों, हमें
पेरा करती है।

पाँचवाँ परिच्छेद



छारों के देश में

अपने पड़ोसी और कुटुम्बी सूर्य और हमके घरों का परि-
चय तो हम पा चुके; उनकी दूरियाँ भी हमने नापी और
झाँकी; और एक-दूसरे की अपेक्षा उनकी स्थितियाँ, उनके
आकार और पद मर्यादा को भी जाना। परन्तु, अनन्त
आकाश में हमारे इस कुटुम्ब के दायरे के बाहर असांख्य प्रकार-
विन्दु टिमटिमा रहे हैं। कृष्णपक्ष की प्रत्येक रात में चाँदी के
छोटे-छोटे टुकड़ों की तरह आकाश के काले लबादे पर टंके हुए
[१] विन्दुओं को हमें ऐसा ही हम देखते आये हैं। हमारी नज़रें
उन तक टकरा-टकरा कर लीट जाती हैं और हमारे कौतूहल को

मानो कोड़े नार कर चकसाती रहती हैं यह जानने को कि कौन हैं यह, क्या हैं यह, और कितने दूर हैं हमसे यह ? हमने अपनी ओर से इन सबको एक नाम भी दे डाला है—इन्हें तारे कहकर पुकारते आये हैं।

किसी दूरबीन की सहायता के बिना भी, नंगी आँखों से देखने पर खुले आकाश में हम लगभग ५००० तारों को देख पाते हैं। एक छोटी दूरबीन २० लाख तारों को पकड़ कर हमारी आँखों के सामने ला खड़े कर देती है ; परन्तु संयुक्त-राष्ट्र अमेरिका के कैलीफोर्निया राज्य की माउन्ट पैलोमर वेव-शाला में लगी हुई आज की सबसे बड़ी दूरबीन तो अरबों और खरबों तारों को हमारे रुखरू पेश कर देती है।

देखने में तो यह तारे एक दूसरे के पास-पास ही दिखाई पड़ते और इस कारण आपस में मिल-जुलकर हमें अनेक तरह की शकलें दिखाताते हैं ; फिर भी इनकी आपसी दूरियाँ इतनी बड़ी हैं कि उनका अन्दाज़ लगाना ही मुश्किल है। इस बात को हम एक कल्पना द्वारा थोँ समझ सकते हैं। मान लीजिये कि प्रत्येक तारा एक बिल्कुल अकेला प्रकारा-पोत (जहाज) है जो दूसरे प्रत्येक पोत से करोड़ों ही मीलो दूर रहकर शून्य के एक अत्यन्त विस्तीर्ण और विशाल महासागर में तैर रहा है।

हमारी पृथ्वी के सबसे नज़दीक का तारा है सूर्य जो हम से ६३०,०००,००० मील दूर है। प्रकाश अपनी १८६,३०० मील प्रति सेकण्ड की गति से लगातार सीधा चलना हुआ सूर्य से हम तक

पहुँचने में ८ मिनटों का समय लेता है, इस कारण ज्योति-विज्ञान के पारिभाषिक शब्दों में हम कह सकते हैं कि सूर्य हम से सिर्फ ८ प्रकाश-मिनट दूर ही है। सूर्य के बाद हमारा अगला पड़ोसी तारा है आल्फा सेंटॉरी Alpha centauri जो, इस हिसाब में, हम से ४.४ प्रकाश-वर्ष दूर है। १ वर्ष में प्रकाश ६,०००,०००,०००,०००,०००,००० मील चल लेता है।

ओरायन Orion नक्षत्रको घनाने वाले कुछ तारे हैं जो मिल-जुल कर उस नक्षत्र को एक खास आकार देते हैं। इस आकार के कन्धे पर एक बड़ा सा लाल तारा है जिसे बीटलजीअस Betelgeuse कहते हैं, वह हमारी पृथ्वी से ३०० प्रकाश-वर्ष दूर है। इसी आकार के घुटने पर का तारा रीगेल Regal हम से ५४० प्रकाश-वर्ष दूर है।

विश्व के इस विशाल मान-चित्र के पैमाने पर देखे जाने से तो इन तारों की आपसी दूरियाँ कुछ इन्हीं में ही हैं ; यह एक दूसरे के मानो पड़ोसी हैं, परन्तु जैसा हम ऊपर लिख आये हैं, यह वास्तव में एक दूसरे से करोड़ों मील दूर है। पिछले २०-३० वर्षों से ही विश्व के भय-जनक फैलाव और जटिलता का हमें कुछ अस्पष्ट-सा आभास मिल सका है। अब तो हम यथार्थी जान गये हैं कि हमारा सूर्य और उसके परिवार के सभी पिण्ड आकाश-गंगा के बाहरी छोर पर ही हैं, एवं उस विशाल चक्र में वह सब मिलकर भी नगण्य से हैं, उनकी यहाँ कोई अहमियत नहीं है। अपनी धारी में यह आकाश-गंगा

भी, तिनो प्रतिशत कभी हम समूचे विश्व के रूप में ही जानते थे। ऐसी अनेक गंगाओं के मुहाने की एक इकाई मात्र है। यह स मुहाने गुणवाचक *gravitation* के कारण एक दूसरे में बँधे हुए एक ही साथ अनन्त के शून्य में नजर काटते रहते हैं।

ऐसे देखने में तो इन तारों में एक दूसरे में कोई विरोध फल नजर नहीं आता। हमारी मंजी आँखों को तो यह तारे चाँद जो गोला है परन्तु हमारी दूरबीनों को तो यह नहीं छुका पाते। इन दूरबीनों ने उनकी इस दिशावली शान-शीतल की कलाई कोलकर उनकी आपस की भिन्नताओं को हमें दिखवा दिया है। इन तारों के रूप-रङ्ग अनेक बिन्दुओं के हैं जो वर्णपट्टिका *spectrum* की प्रत्येक लहर-लम्बाई *wave length* के रङ्गों में जगमगाते रहते हैं।

क्योंकि तारे जलते हैं, इसलिए उनके रङ्ग उनके तापमानों पर निर्भर हैं। इस दृष्टि से देखने पर एन्टेयर्स *Antares* और आल्दीबरन *Aldo baran* तारे औरों की अपेक्षा ठण्डे हैं। उनकी सतहों पर के तापमान करीब ६०,००० एफ़ (फारेन हाइट तापमान के अंश) हैं। सूर्य की तरह के पीले रङ्ग के तारे हजारों अंश अधिक ऊँचे तापमानों के हैं। सबसे अधिक गर्म तारे हैं पराकासनी रङ्ग *ultraviolet* के जिनके तापमान १००,००० एफ़ तक जा पहुँचते हैं।

अनन्त आकाश में सर्वत्र जो एक मुख्यवस्था है उसको खोज पाने के अपने अथक प्रयत्नों के बाद नक्षत्र-वैज्ञानिकों ने

यह बात जान ली है कि इन तारों के रूप-रङ्ग और हील-हील के साथ उनकी उम्र और आकार-गंगाओं में उनकी स्थितियों का एक खास निश्चित सम्बन्ध होता है। इस सम्बन्ध के सूत्रों का अध्ययन करने के बाद उनके आधार पर इन विद्वानों ने अनन्त देश के निवासी सभी तारों को दो मुख्य दिशों में बाँट दिया है—तारा-समूह (१) और तारा समूह (२)।

समूह १ में वह तारे हैं जो अलग चित्र २० में दिखाए गये हैं। यह तारे आकार-गंगाओं, जिनके विषय में हम आगे चलकर लिखेंगे, की मुत्राओं में पाए जाते हैं। यह मुत्राएँ सर्प की कुण्डलियों की तरह होती हैं। रेखाचित्र २० में दाहिनी ओर बिल्कुल नीचे लाल रङ्ग के छोटे हील-हील के बौने तारे Red dwarfs हैं। इनके वृत्त का व्यास सूर्य के व्यास का आधा है। बाईं ओर ऊपर की तरफ चलते हुए, कुछ आठ-दस बौने तारों के बाद उनसे ऊँचे तापमान के पीले तारे हैं; जिनमें एक हमारा सूर्य भी है। उसी क्रम से ज्यों-ज्यों हम बाईं ओर ऊपर चलते हैं, तारों के व्यास सूर्य के व्यास से दूगुने त्रिगुने और चौगुने होते जाते हैं। उनका रङ्ग भी उसी क्रम में हरापन पकड़ता जाता है। और आगे बढ़ने पर तापमान की वृद्धि के साथ-साथ उन तारों का रङ्ग नीला होता जाता है। आकार में भी वह सूर्य के व्यास के पाँच गुने, और अन्त में इस चित्र के बाईं ओर सिरे पर पहुँचते-पहुँचते सात गुने व्यास तक के हो जाते हैं। इन तारों को नीले दैत्य

Blue giants कहते हैं। इस प्रकार हम देखते हैं कि इन तारों में उनके रङ्गों और ढील-ढीलों के बीच एक सीधा-सा रिश्ता है। वह रिश्ता यह है कि अपने ढील-ढील में यह तारे ज्यों-ज्यों बड़े होते जाते हैं उनके रङ्ग भी त्यों-त्यों नीले और अधिक नीले होते जाते हैं। इसी तरह ज्यों-ज्यों इनके ढील-ढील छोटे होते हैं, त्यों-त्यों उनके रङ्ग भी लाल और अधिक लाल होते जाते हैं।

रेखाचित्र २१ में जिन तारों को दिखाया गया है वः समूह २ के तारे हैं। अधिकतर यह गोलाकार तारागुच्छों Globular clusters में ही पाये जाते हैं। यह तारे अपने रङ्गों और ढील-ढीलों में जो सम्बन्ध दिखाते हैं, बहुत अधिक जटिल हैं। आरम्भ में तो यह सम्बन्ध-सूत्र ठीक वस टंग पर ही चलता है जैसा कि वह रेखाचित्र २० के तारों में पाया जाता है—दोनों ही विधियों में दाहिनी ओर छोटे लाल तारे हैं। परन्तु शीघ्र ही चित्र २१ के तारों का वङ्ग सहसा बदल जाता है; विशालकाय परन्तु अपेक्षाकृत ठण्डे और लाल रङ्ग के दीप्य-तारों के रूप में यह उभर खठते हैं। आगे चलकर इन तारों का क्रम एकद्वार फिर छोटे परन्तु अधिक गर्म पदा-पद्मी के तारों के क्षेत्र में जा पहुँचता है। इसके बाद ही आते हैं नूतन तारे (इनके विषय में हम आगे कहेंगे)। अन्त में तारों का यह क्रम सफेद बौने तारों के क्षेत्र में जाकर खत्म हो जाता है। तारों के रूपों की यह भिन्नता उनके, विकास-क्रम का ही परिणाम है।

ALL INFORMATION CONTAINED
HEREIN IS UNCLASSIFIED
DATE 08-10-2001 BY 60322 UCBAW/STP

दूरबीनों ने हमकी गहरी शुद्धा रही। ज्यों-ज्यों यह दूरबीने
जनन की गहराइयों में उपादा-उपादा पैठरी गईं, त्यों-त्यों इन
नियम को न माननेवाले तारों की संख्या बढ़ती गई। देना।
गया कि बड़े हीयदों के देगाकार तारे भीने रज के न
अधिक गमं न होकर साध रज के र्ण अयोभाहृण ठगते हैं। य
पर ही कुछ अनोमं में तारे भी देने गये जिनकी कमर मर
गढ़नी रहनी थी। इस तरह वैज्ञानिकों ने समूह २ के तारों
के रजों और उनके डोंम-हीनों में आपस के एक सम्बन्ध का
ग्राह्य। तीव्रता बादा तो उनके हाथ, बाग्य में, लगा अनिय
मित चक्रता का यह ग्राह्य जिसे हम चित्र २१ में दिसा
आये हैं।

“आणविक-भौतिक-विज्ञान” The nuclear physics
(भौतिक-विज्ञान की यह शाखा जहाँ द्रव्यों के अणुओं का
अध्ययन किया जाता है) के विकास होने के बाद ही इन उड-
गनों का एक सन्तोषजनक समाधान हो सका। तारों के जलने
की क्रिया कुछ निश्चित नियमों के अनुसार ही होती है ; इनको
“तार-आणविक नियम” Thermo nuclear principles
कहते हैं। इन नियमों की पूरी जानकारी होने के बाद ही सगोत्र
वैज्ञानिक इस बात को समझ पाए कि तारों की उत्पत्ति के बाद
यह एक क्रम में विकास करते रहते हैं और उनके इस विकास-
क्रम की अलग-अलग अवस्थाओं को जतलाने वाली ही उनकी
यह क्रिमें हैं।

आमतौर पर तारों के प्रीवन-विक्रम का यह क्रम अपने-आपको इस प्रकार भ्रष्टकाना है। (१) अथवा यह तारे अपने उद्जन Hydrogen के १५ प्रतिशत भाग को खरा नहीं लेते, सबतक वह लगातार एक ही स्तर से जलते रहते हैं। इस बीच उनके गठन और घनायत में कोई विशेष फर्क भी नहीं पड़ता है। उद्जन के अपने इस ईंधन को खपाने की उनकी क्षमता या सामर्थ्य उनके अपने हील-हीलियों के अनुसार है—बड़े तारे, छोटों की अपेक्षा, अधिक तेज जलते हैं और इस कारण वह अपनी उद्जन का कुछ जल्दी ही खपा डालते हैं।

(२) जब कोई एक तारा अपने उद्जन-भण्डार के इस १५ प्रतिशत भाग को खत्म कर चुका होता है, तब वह अपने आकार-परिमाण में बढ़ना शुरू कर देता है। तब तक वह जवान भी हो उठता है और जवानी के इस जोश में वह तारा आँस मूँद कर अपने इस ईंधन के भण्डार को फिजूलखर्ची में बढ़ाने लगता है ; बाकी बची ८५ प्रतिशत उद्जन को वह बढ़ी शीमश से जला डालता है। जोश खत्म होने के बाद वह तारा खरब भी ठण्डा होने लगता है। अपनी इस अघेड़ वज्र में मानी उसे दम मारने की पुर्तल मिलती है, और इस आरामतल्लख अवस्था में आकर वह अपने हीलहील में काफी फुलाव या फैलाव लेने लगता है ; यहाँ तक कि, आगे चलकर वह अपने वयपन के आकार से ५० से लेकर १०० गुना मोटा हो पड़ता है। इस प्रकार मोटाई लेकर वह एक लाल रङ्ग का दैत्य Red

giant या Super giant बन बैठता है। अपने इस रूप में तो वह हमारे सूर्य के ८ करोड़ गुने आकार तक का हो जाता है।

(३) अपनी उद्भजन के ६० प्रतिशत भाग को खर्च कर लेने के बाद इसके भीतर का दबाव गिरने लगता है, इसका फूला हुआ आकार भी सिकुड़ने लगता है। ज्यों-ज्यों यह सिकुड़ जाता है, त्यों-त्यों अस्थिर होता जाता है और तब या तो यह घटने बढ़ने लगता है या एक नूतन तारे Nova के रूप में फूट पड़ता है। इसके बाद यह एक मरे हुए से सफेद रङ्ग के सौ तारे white dwarf के रूप में हो जाता है। इस रूप में रहते हुए यह अपने घीमे सुकड़ाव के कारण होनेवाली मन्द रोशनी से ही सिर्फ चमकता रहता है। इसका यह घीमाधीन सुकड़ाव इसके शरीर के द्रव्य को दबा दबा कर इतना छोटा कर देता है कि उस हालत में इसके डील्डोल् के प्रत्येक क्यूबिक इंच भाग का वजन कुछ ही थोड़े टनों में रह जाता है।

यहाँ पूछा जा सकता है कि समूह २ के तारे अपने जीवन विकास-क्रम को इस स्पष्टता के साथ क्यों व्यक्त करते हैं ? इसका यही उत्तर है कि तारों के जिन गोलाकार गुच्छों और शांत् के आकार की आकाश-गंगाओं में यह होते हैं, वनमें घूल या गैस का अभाव सान्दी है। इन घूलों और गैसों से ही नये तारे बन सकते हैं। घूळ और गैस के अभाव में इन तारों को ऊपर से कोई सुराक नहीं मिल पानी। अपने आप, एकान्त रूप में ही, यह अपना विकास करते हैं—अपने जन्म से लेकर

आगे तक उनको कोई तात्ता ईंधन या द्रव्य नहीं मिल पाता । इस कारण ही अपनी उम्र के साथ-साथ बढ़ते हुए या वाद में घटकर खत्म होते हुए, यह तारे अपने विकास और ह्रास के प्रत्येक क्रम को स्पष्ट बतला देते हैं ।

किसी भी एक तारे की यह जीवन कहानी एक यक़रेखा के द्वारा हमने चित्र २१ में व्यक्त की है ।

समूह १ के तारे भी विकास के ऐसे ही क्रमों में से होकर गुजरते हैं ; परन्तु सामूहिक रूप में, उनमें कोई विशेष परिवर्तन नहीं होता । क्योंकि कुण्डलीय आकाश-गंगाओं की जिन भुजाओं में बह रहते हैं उनमें धूल और गैसों की काफी बड़ी राशियाँ भी रहती हैं जिनसे नये-नये नीले रंग के दैत्य-तारे Blue Giants लगातार बनते रहते और उन जल मरने वाले तारों की जगहें लेते रहते हैं ।

ठीक इसी कारण हमारा “दुधैला मार्ग” The milky way (हमारे अपने आकाश में दीख पड़ने वाली एक सफेद और चौड़ी-सी पट्टी, जिसे हम अपनी आकाश-गंगा भी कहते हैं) आज भी अपनी इसी पहिले की नीली धमक से जल रहा है । क्योंकि इसमें समूह १ के ही तारों की बहुतायत है । परन्तु विश्व-विधाता का क्रूर और अटल विधान जो ठहरा ; ज्यों-ज्यों इसमें के महाण्डीय बादल The cosmic clouds (इन पर हम आगे किसी परिच्छेद में प्रकाश डालेंगे) रिक्त होते जावेंगे और इसमें के नीले दैत्य-तारे भी बुझते जावेंगे, त्यों-त्यों

यह दुर्गन्ध मार्ग हमारा: गुँथना और पीना पढ़ा जायगा और
 एक दिन मर मिटेगा। आज भी हमकी यह दान तो हो रही
 है कि हमारे के पीले रंग-तारों की गुँथना में उनमें छोटे और
 सात एवं पीले रंग के तारों की संख्या बहुत बढ़ी हो गई है। इस
 "दुर्गन्ध मार्ग" के जीवन पर मानों मृत्यु की कात्री छाया पड़
 रही लगी है। परन्तु अभी हमकी मृत्यु बहुत दूर है। शायद ३।
 अरब वर्ष और भी योंन हमारे पहिले कि हमका अन्तिम गुँथन
 और भीमा जलने वाला तारा अपनी आगिरी मीम लेकर पुन
 मरे और हमारी यह आकाश-भांग शारद्वन अन्धकार के वेद में
 समा जाय।

तारों की दूरियाँ

तारों की कहानी का एक मोड़ तो हम कह चुके। अब हमें
 यह देखना है कि सदियों से अपनी वस्तुओं की दूरियों को इन पर
 गढ़ाए हुए मानव-वैज्ञानिकों ने किस प्रकार यह पता लगाया
 कि यह तारे हम से अमुक दूरी पर हैं। इस कहानी का यह
 दूसरा मोड़ है जो बड़ा ही दिलचस्प है।

सूर्य और उसके परिवार के ग्रहों की पृथ्वी से दूरियाँ नाप
 कर जान लेने के बाद मानव की जिज्ञासा इन तारों की ओर
 रह-रहकर खिंचे भरने लगी। निश्चय ही, यह पृथ्वी से
 अत्यधिक दूर थे। हमको अपनी पीठ पर लादे हुए हमारी यह
 पृथ्वी अनन्त के महाशून्य में १८६,०००,००० मील व्यास का
 एक वृत्त बनाती हुई कुलीचेँ मार रही है। इसकी इतनी विस्तृत

भ्रमण-कक्षा पर के किसी भी स्थान से देखने पर भी इन तारों की आपस की स्थितियों और दीख पड़ने वाले आकारों में हमें राई-रत्ती फर्क भी नजर नहीं आता। यह था इस चित्र का एक पहलू जो कुछ वर्षों पहिले तक हमारे आकाशीय अध्ययन के साधन-यन्त्रों के अर्ध-विकसित होने के कारण, हमें परेशान किये हुए था। हमारी जिज्ञासा ने इस समस्या के हल करने के मार्ग खोज निकालने शुरू किए। सोचा गया कि सूर्य से पृथ्वी की दूरी उसके (पृथ्वी के) अपने व्यास की, कमसे कम, १०,००० गुनी है। इस दूरी की दुगुनी दूरी तय की जाने पर निश्चय ही कुछ तारों की छम्बन-गतियाँ Parallaotic Movements पैदा होंगी जिन्हें सूक्ष्म-माही एवं उचित तरीकों से पकड़ा भी जा सकेगा। इस धारणा पर कुछ प्रयास किए भी गये परन्तु सन् १८३८ ई० के पहिले तक कुछ भी सफलता न मिली। पहिले के कई प्रयोग अपने वशेष में विफल तो जरूर हुए फिर भी यह हमें दो बहुत ही महत्वपूर्ण खोजें दे गये।

इनमें से एक खोज थी जेम्स ब्राडले की स्थिर नक्षत्र Fixed Star के अपरेण aberration की। हमने इस पर तीसरे परिच्छेद में कुछ प्रकाश डाला है। प्रकाश की गति के एक निश्चित वेग एवं पृथ्वी की अपनी कक्षा पर भ्रमण-गति का ही यह एक असर है। सन् १७२५ ई० में ब्राडले ने एक दूरबीन इस प्रकार लगाई कि वह अपने स्थान से जरा भी हिलडुल न सके। यदि कोई तारा इस दूरबीन के करीब-करीब ठीक सिर के ऊपर

मार्गोत्तर marjilian (आकाश में दक्षिणी और उत्तरी ध्रुवों के बीच का बिन्दु) को प्रतिमान धार करता तो यह निम्न ही इस दूरबीन में पकड़ा जाता। माइले को दूरबीन में यह कम अलग तारे Ydraconis में किया। अपने अपने अध्ययन के बाद माइलेने पता लगाया कि यह तारा पूरे वर्ष भर अपनी गति बदलता रहा। मार्च के महीने में जहाँ यह सुदूर दक्षिण में था, वही गिगम्बर के महीने में चलकर यह दूर उत्तर में जा पहुँचा। माइले जिन तरीके से इस तारे का वेध करता था, उसमें इतनी क्षमता न थी कि यह पूर्व और पश्चिम की ओर इस तारे के हटाव को पकड़ पाया। माइले ने पता लगाया कि इस तारे के उत्तर-दक्षिणी हटाव का पूरा विस्तार ४०" (३० पिकला) था। इनको लेकर यह एक उलझन में जा गिरा। यदि यह हटाव लम्बन के कारण था तो अवश्य ही दिसम्बर महीने में इस तारे को सुदूर दक्षिण में एवं जून महीने में दूर उत्तर में रहना चाहिये था।

माइले के सामने अनेक सुझाव आये; परन्तु जब उसने और भी वेध किए और जब उसे यह पता लगा कि यह सुझाव तथ्यों से मेल नहीं खाते तो उसने उन्हें ठुकरा दिया। उसने फिर दूसरी एक और दूरबीन इस प्रकार लगाई कि उससे कुछ और भी तारों का वेध किया जा सके। सन् १७२८ ई० में आखिर उसे इस उलझन का सही स्पष्टीकरण मिल सका यह स्पष्टीकरण ठीक वही था जिसे हम परिच्छेद ३ में देखा है।

एवं बरसात की घूँटों का उदाहरण देकर समझा आये हैं। यह तो हमें नहीं मालूम कि ब्राडलेने किस आधार पर यह सही स्पष्टीकरण प्राप्त किया। हो सकता है गिरती हुई बरसात की घूँटों ने ही उसे भी इस ओर प्रवृत्त किया हो। इस विषय को लेकर अक्सर इस घटना का जिक्र किया जाता है। कहा जाता है कि एक बार ब्राडले टेम्स नदी को एक जहाज पर पार कर रहा था। उसने देखा कि जब भी जहाज के पाल की दिशा बदली जाती जहाज के मस्तूल पर लगे झण्डे का फहराता हुआ नोकीला भाग भी अपनी दिशा बदल देता। पाल जब जहाज की दाहिनी ओर होता तो झण्डा भी पूर्व की ओर फहराता और जब पाल बाईं ओर होता तो झण्डा भी बदल कर उत्तर की ओर फहराने लगता। उसको यह महसूस हुआ कि यह सब जहाज के आगे बढ़ने की गति के कारण ही हो रहा है, पहिले एक दिशा में और फिर दूसरी में।

हवा का रुख भी इसमें मदद दे रहा था। इस घटना के जहाज की जगह यदि हम पृथ्वी को, झण्डे की जगह दूरबीन को और हवा की जगह प्रकाश को मान लें तो ब्राडले की तरह हम एक निष्कर्ष पर आसानी से पहुँच जावेंगे।

पूरे वर्ष भर कई तारों का वेध कर चुकने पर ब्राडले को मालूम हुआ कि ठीक यही बात है और यह प्रत्येक वेध पर सही उतरती है। उसके बाद आकाशमें किसी भी तारेका वेध करने पर वह वेध अपरेण

॥ उसके इस प्रभाव

की मात्रा पृथ्वी-कक्षा से उसकी सापेक्ष स्थिति पर निर्भर थी जो तारे इस कक्षा की सतह पर ही थे वह तो आगे और पीछे की ओर एक सीधी रेखा में चलते दिखाई दिए। जो तारे इस सतह पर समकोण बनाती हुई किसी दिशा में थे वह वृत्ताकार पथों पर चलते दिखाई दिए। परन्तु जो तारे मध्यवर्ती स्थितियों पर थे वह एक अण्डाकार मार्ग पर चलते देखे गये।

ब्राडले की खोज वास्तव में बड़ी ही महत्वपूर्ण साबित हुई। इसने कोपर्निकस के इस सिद्धान्त पर, कि पृथ्वी वास्तवमें गतिशील है, भार चाँद लगा दिए। इसने रोमर के इस सिद्धान्त को भी पुष्टि दी कि प्रकाश की भी अपनी एक निश्चित गति है। जब इन दोनों गतियों में किसी एक गति को हम जान जाते हैं तो ब्राडले की इस खोज की मदद से हम उस दूसरी गति को भी जान सकते हैं। सूर्य के लम्बन को जानने में भी यह हमें बहुत सहायता देती है। इतना सच होने पर भी यह खोज अजगर तारे *Ydracois* अथवा किसी भी अन्य तारेकी दूरी हमें नहीं बता सकी।

विलियम हर्शेल भी, जिन्होंने धरुण ग्रह को खोज निकाला था, तारों के लम्बनजन्य हटाव को पकड़ने की कोशिश में लगे। उन्होंने तारों के उन जोड़ों का अध्ययन शुरू किया जो एक दूसरे के काफी नजदीक थे। बहुत से तारे जो हमारी नंगी आँखों से देखे जाने पर एक दिखाई पड़ते हैं वाराय

में द्विकृतारे Double stars हैं। दूरबीन ने हमें जो घरदान दिये हैं यह जानकारी भी उनमें से एक है। पुनर्वसुद्वितीय Castor (पुनर्वसु नक्षत्र के दो जोड़ले तारों में का पुनर्वसु द्वितीय तारा Castor) द्विकृतारों का एक सुपरिचित उदाहरण है।

हर्शेल ने पहिले यह धारणा बनाई कि इन द्विकृतारों को बनानेवाले प्रत्येक दो तारों की पारस्परिक नज़दीकी एक दृष्टि धर्म मात्र है। यह भी कि कम-से-कम कुछ जगह तो उनमें का एक तारा दूसरे से बहुत ज्यादा दूर होता है। क्योंकि यह दोनों ही हमारी दृष्टि की एक सीधी रेखा में होते हैं, इसलिये यह हमें एक दूसरे में मिले से दीखते हैं। यदि यह धारणा ठीक होती तो जब पृथ्वी सूर्य के चारों ओर घूमती हुई मार्च के महीने में, सितम्बर के महीने की अपेक्षा, उसके अधिक निकट जा पहुँचती तो निश्चय ही उन दोनों तारों में से एक तारा दूसरे की अपेक्षा एक लम्बन जन्य हटाव दिखाता। बजाय इसके हर्शेल को मालूम हुआ कि ज्यादातर तो यह दोनों ही तारे एक दूसरे के चारों ओर ठीक वही तरह घूमते देखे गये जिस प्रकार कि पृथ्वी और चन्द्रमा एक दूसरे के चारों ओर घूमते हैं। उनके घूमने का यह पैग बहुत भीमा है। हर्शेल ने यह पैग सन् १७८१ ई० से कुछ पहिले ही आरम्भ किये थे। सन् १८०३ ई० में हमने घोषणा की कि पुनर्वसु द्वितीय के दोनों ही तारों को जोड़नेवाली रेखा लगातार अपनी दिशा बदलती रहती है। बरखा यह परिणतन हम हिसाब से होता है कि करीब ३४०

धरती में यह रेखा एक पूरा पक्षर काट लेती है। जगने यह भी पोंगना की कि जगकी ६ और भी इसी दिग्म के दिक् तारे जिने है जो ठीक रेखा ही जगते पाए गए है। परन्तु प्रमेक वर्ष उना कोणीय दूरी के एक के बाद एक होनेवाले परिवर्तन को वह ता पकड़ पाया। यदि जगकी मूल धारणा सही होनी तो अवत ही यह इस कोणीय दूरी को पकड़ सकता था।

प्राइने की तरह हर्शोल भी तारों के लम्बनों को पकड़ने में अमपल्य रहा। परन्तु उनके प्रयोगों ने एक और ही तथ्य खोज निकाला। इस तथ्य ने यह सिद्ध करने में पहिला कदम उठाया कि गुरुत्वाकर्षण की जो शक्ति सौर-मण्डल के सदस्यों को उनकी अपनी-अपनी कक्षाओं पर रखे रहती है, तारों में भी यह यही काम कर रही है।

हर्शोल की तजवीज सिद्धान्ततः बहुत ही ठीक थी, परन्तु वह यह नहीं समझ सका कि यह कितनी असंगत-सी बात है कि कोई दो प्रमुख तारे, पृथ्वीसे अपनी-अपनी दूरियोंमें बहुत ज्यादा फर्क रखते हुए भी, एक दूसरे से सिर्फ कुछ विकलाओं की दूरी पर ही दिखाई दें। वास्तव में, उसने आकाश में सिर्फ वन्ही पिण्डों को अपने प्रयोगों के लिए चुना जोकि निश्चय ही एक दूसरे की अपेक्षा कोई लम्बन नहीं दिखाते थे।

इस पिछले वाक्य को देखते हुए यह बड़ी अनोखी-सी बात मालूम होगी कि सबसे पहिले जिन दो तारों की दूरियां नापी गईं वह द्विक् तारे ही थे। उनमें से एक था राजडॉस ६१ cygni

जो खान तारा समूह का ही एक तारा था। दूसरा था एक चमकीला तारा जोकि दक्षिण में ही उगता है और रहता है। इसका नाम था आल्फा सेंटारी α Centauri। सेंटारस तारा समूह का यह सबसे ज्यादा चमकदार तारा है। यही यह लिखता अप्रासङ्गिक न होगा कि आस्ट्रेलिया के राष्ट्रीय मण्डे पर ५ तारे अङ्कित रहते हैं। इनमें से ४ तो दक्षिणीय चतुष्पथ Southern cross (तारोंकी एक मिलीजुली आकृति का नाम) के हैं, पाँचवाँ उनसे कुछ दूर का एक तारा है। यह पाँचवाँ तारा बीटा सेंटारी β विकला पूर्व की ओर है। आल्फा और बीटा दोनों ही एक दूसरे से करीब-करीब उतने ही दूर हैं जितने सप्तर्षिमण्डल Great bear के विख्यात निर्देशक तारे The pointers. (यह दोनों तारे जो इस मण्डल के शीर्ष पर हैं)।

प्रश्न किया जा सकता है कि क्यों यही दोनों तारे इन प्रयोगों के लिए चुने गये ? जब तक ऐसी कोई सम्भावना न हो कि इन दो तारों में से एक तारा दूसरे की अपेक्षा पृथ्वी के अधिक निकट होगा, लम्बन पकड़ पाने के उद्देश्य से उन दोनों तारों के बीच की कोणीय दूरी नापने की चेष्टा जाहिरा तौर पर सहज समय बर्बाद करना ही होगी। इसीलिए ज्योतिर्विद् प्रायः बड़ी सावधानी के साथ उन सूत्रों को जाँचते हैं जो इस बात का जरा भी अन्देशा प्रकट करते हैं कि अमुक तारा, तारों की हमसे औसत दूरी से, ज्यादा नजदीक है। यह बात तो हम करीब-करीब मान सकते हैं कि चमकदार तारे मन्द तारों की अपेक्षा

औसतन् हमसे ज्यादा नजदीक हैं। किन्तु इसी धारणा या मान्यता पर और आगे बढ़कर हमारा यह सोचना कि कोई एक खास चमकदार तारा हमारे नजदीक ही है, युक्तिसंगत न होगा। हो सकता है कि यह एक बहुत बड़ा तारा हो और हमसे बहुत ज्यादा दूर भी। कोई एक तारा आकाश में जिस वेग से चलता है, उसकी गति का यह वेग ही उन्नीसवीं शताब्दी के पूर्वार्द्ध तक हमारे पास एकमात्र ऐसा सूत्र था जिसके जरिये हम आगे बढ़ सकते थे।

शायद हमारे बहुत से पाठकों को यह पढ़कर आश्चर्य होता होगा कि तारे भी आकाश में चलते रहते हैं। परन्तु बात यह थिल्कुल सत्य है। महों और तारों की पृथक्ता दिखाने के लिए हम कभी-कभी "स्थिर तारे" जैसे शब्द को खगोल शास्त्र में काम में लेते हैं; परन्तु सत्य तो यह है कि सभी तारे अपनी-अपनी गतियों से चलते रहते हैं। सूर्य भी एक तारा ही है और इसलिए यह भी इस नियम का अपवाद नहीं। सूर्य की भी अपनी गति है, और यह गति उसके आसपास के तारों से उसकी सापेक्ष स्थितियों का अध्ययन करने से जानी जा सकती है। अपने कृदुम्बी पक्षों को साथ लेकर करीब १२ मील प्रति सेकण्ड की गति से सूर्य एक सीधी रेखा में चलता रहता है। सूर्य की यह गति उसके निकट के पड़ोसी तारों की हमें दिखाई पड़नेवाली गतियों में प्रतिबिम्बित होती है। इस बात को समझाने के लिए हमारे दैनिक जीवन से हम एक उदाहरण देते हैं।

मान लीजिए हम एक सड़क पर सरपट दौड़े चले जा रहे हैं। सड़क की दोनों ओर वृक्षों एवं मकानों की कतारें हैं। बीच-बीच में नगरपालिका या म्युनिसिपल बोर्ड के लगाये हुए रोशनी के खम्भे भी हैं। भागते हुए हम इन वृक्षों, मकानों की कतारों एवं रोशनी के खम्भों की ओर देखते चलते हैं। हम देखते हैं कि हमारे बिल्कुल नजदीक के वृक्ष और मकान हमारे पीछे की ओर भागते से नजर आते हैं। जो वृक्ष, मकान और रोशनी के खम्भे हमारे सामने बहुत दूर होने के कारण एक-दूसरे में मिले से दिखाई देते हैं वह, जैसे-जैसे हम भागते हुए आगे बढ़ते जाते हैं, एक-दूसरे से पृथक् होकर चौड़े होते दिखाई देते हैं और इनमें से जो-जो वस्तुएँ हमारे पीछे छूटती जाती हैं, उन्हें यदि हम अपना मुँह घुमाकर देखें तो एक-दूसरे में मिलती जाती-सी दिखाई देती हैं। ठीक इसी तरह सूर्य की अपनी गति का तारों में प्रतिबिम्ब पड़ता है। क्योंकि सूर्य के साथ-साथ हम भी भागे जा रहे हैं, इसलिए उसके भागने के मार्ग के निकटवर्ती तारे तो हमें हमारे पीछे की ओर दौड़ते नजर आते हैं और जो तारे सूर्य के एवं इस कारण हमारे मार्ग के सामने होते हैं वह एक-दूसरे से दूर फैलते से जान पड़ते हैं। जो तारे इस मार्ग में पीछे की ओर हटते जाते हैं वह हमें पीछे फिरकर देखने से एक-दूसरे में मिलते से जान पड़ते हैं। यह प्रतिबिम्बित गतियाँ तारों की अपनी निजी गतियों पर लदी हुई-सी रहती हैं। कुछ जगह तो यह प्रतिबिम्बित गति उन तारों की निजी गतियों को

अपने में थोड़ा घट्टन गूँघा भी लेती है। यदि किसी एक तारे की असाधारण तेज गति देखी जाती है तो यह धारणा मुगमना से घना ली जाती है कि यह तारा हमारे पास ही है, चाहे यह गति सारों-की-मारी प्रतिबिम्बित हो, अथवा कुछ तो प्रतिबिम्बित और कुछ उमकी अपनी हो।

उन तारों की इन गतियों की राशियाँ घट्टन ही छोटी होती हैं जैसा कि प्रत्यक्ष है। यदि ऐसा न होता तो यह तारा समूह अपनी पारस्परिक स्थितियों को कायम न रख सकते थे। शताब्दियाँ बीत जाने पर भी उनमें ऐसा कोई फर्क नहीं पड़ा है, जो पकड़ में आ सके। राजहंस ६१ तारा ५" विकला प्रतिवर्ष की कोणीय वेग से आकाश में चलता है—यह एक असाधारण तेज गति है। यदि इस गति से यह तारा लगातार ३६० वर्षों तक चलता रहे तो इतने वर्षों में वह सिर्फ उतनी ही कोणीय दूरी पार करेगा जितना कि चन्द्रमा के दिग्ब का दिखाई पड़ने वाला व्यास। अधिकांश तारे जो चलते-रहते हैं उनकी गतियाँ प्रति शताब्दी कुछ विकलाओं में नापी जाती हैं।

तारों की इन गतियों को उनकी निजी या व्यक्तिगत गतियाँ proper motions कहते हैं। प्रशिया के राज-ज्योतिषी फ्रेडरिक विल्हेल्म बेसल Friedrich Wilhelm Bessel ने कोयनिगवर्ग नगर में वेध करते हुए राजहंस ६१ को सिर्फ इसीलिये चुना था कि उसकी निजी गति काफी बड़ी थी, न कि इसलिये, कि यह एक द्विक् तारा था। उसने इस तारे एवं इसके

पड़ोसी दो अन्य मन्द तारों, जिनकी कोई निजी गतिर्यां नजर न आती थी, के बीच की कोणीय दूरी समय-समय पर पूरे वर्ष भर नापी। ऐसा करने पर उसको मालूम हुआ कि इस राजहंस ६१ तारे की दिखाई पड़ने वाली गति इन दोनों मन्द तारों की अपेक्षा एक लड़खड़ा रेखा में होती है। वर्ष में एक समय तो यह रेखा एक ओर मुकती है तो ६ महीनों बाद ही यह रेखा दूसरी ओर मुक जाती है। प्रत्येक ओर होनेवाला यह मुकाब करीब-करीब एक विकला का एक तिहाई है।

बेसल के किए गए वेधों का यह परिणाम सन् १८३८ ई० में घोषित किया गया। दो वर्ष बाद कुछ और भी वेधकर चुकने पर बेसल ने कहा कि बाद के इन वेधों ने उसके पहिले के प्राप्त परिणाम को और भी पुष्ट कर दिया है। इस तरह हम देखते हैं कि एक तारे के लम्बन की यह सर्वप्रथम सफल नाप थी। इसके बाद और भी कई अन्य ज्योतिषियों ने राजहंस ६१ के लम्बन का वेध किया। उनके परिणामों ने भी बेसल द्वारा प्राप्त लम्बन राशि को ही पुष्टि दी। यह बात बेसल के वेध करने की असाधारण योग्यता एवं सूक्ष्म-वृक्ष की द्योतक है।

केप के शाही ज्योतिषी टामस हेन्डरसन ने आल्फा सैंटारी को इसलिये चुना कि उसकी निजी गति करीब ४" विकला प्रति-वर्ष है। संयोगकी बात कि यह तारा भी द्विक् तारा ही निकला। परन्तु उसके चुने जाने में उसके द्विक् होने का कोई हाथ न था। हेन्डरसन ने सन् १८३६ ई० में ठीक उसी तरीके से जिसे बेसल

ने अपनाया था, मालूम किया कि इस तारे का लम्बन करीब १ विकला था,—यद्यपि बाद के वेधों ने इस राशि को सुधार कर इसे ०"७६ विकला निश्चित किया।

सन् १८४० ई० में फ्रेडरिक जार्ज विल्हेल्म स्ट्रुव ने सेंटपीटर्सबर्ग (आजकल के लेनिनग्राड) नगर के पास पुलकोवो स्थान से वेध करते हुए अभिजित तारे = *Iyrazo* के लम्बन को एक चौथाई १ विकला का पाया। इस तारे का दूसरा प्रचलित नाम *vega* है। बाद की खोजों से मालूम हुआ कि इस तारे का सही लम्बन एक विकला का दसवाँ भाग ही है।

इस प्रकार हम देखते हैं कि सिर्फ दो ही वर्षोंके भीतर एक ही साथ और बिना एक दूसरे की मदद लिए तीन भिन्न-भिन्न देशों के तीन ज्योतिषियों ने यह बड़ा ही महत्वपूर्ण कदम उठाया। शीघ्र ही तारों की इस सूची में और भी कई तारे जोड़ दिए गये। अब यह भान होने लगा कि तारों के पैलाव को नापने का पैमाना या मापदण्ड हाथ में आनेवाला है।

परिच्छेद ३ के शेष अथच्छेद paragraph में सर जान-हॉल ने हमारे भौतिक जीवन की आनी धुनी वस्तुओं को लेकर ही जो माप-दण्ड दिया था, उसी को तारों के क्षेत्र तरु बढ़ाकर हम यह सकते हैं कि आल्फा सेंटारी तारे को उस दो फुट व्यास के मूर्य ३ गेंद से २४,००० मील दूर रखना होगा और राबर्टस ६१ तारा होगा उससे ६०,००० मील दूर!

यह तो हम पहिले ही कह आये हैं कि २०६,०६६ इन्चों की

दूरी से देखे जाने पर एक इंच की कोणीय चौड़ाई १ विकला दिखाई देगी। ठीक यही बात १ फुट को २०६,२६५ फीटों की दूरी से देखने पर लागू होगी। खगोलीय माप की एक इकाई को, जो वास्तव में पृथ्वी और सूर्य के बीच की अल्पतम दूरी का ही ज्योतिषिक नाम है, २०६,२६५ खगोलीय इकाइयों की दूरी से देखने पर भी यही बात सही पड़ती है। यदि कोई एक ऐसा तारा हो, जिसका लम्बन १ विकला हो, तो वह हम से २०६,२६५ × ६३,०००,००० मील दूर होगा। आल्फा सेंटारी तारे का लम्बन हम ऊपर ०.७६ विकला बतला आये हैं। इसलिए यह तारा हमसे $206,265 \times 63,000,000 \div 0.76$ मील दूर है। राजर्हस ६१ का लम्बन ०.३० विकला होने के कारण यह तारा हमसे $206,265 \times 63,000,000 \div 0.30$ मील दूर है।

तारों के विषय में इन ऊपर दी गई संख्याओं के गुणनफल निकालने का प्रयास बेकार ही होगा, कारण, तारों की दुनिया में लम्बाई या दूरी नापने की हमारी यह मीलें कुछ काम न देंगी। यद्यपि हम यह तो नहीं जानते कि तारों ने एक दूसरे से अपनी दूरियाँ नापने के लिए मापदण्ड की क्या इकाई बना रखी है, परन्तु हमारे ज्योतिर्विदों ने खूब सोच-समझ कर इस काम के लिए एक बहुत बड़ी इकाई की कल्पना कर ली है। यह इकाई है एक वस्तु की उतनी दूरी, जहाँ पर उसका लम्बन १ विकला हो। खगोलीय माप में इस इकाई को एक पार्सेक (parsec) कहते हैं।

आल्फा सेंटारी तारे की दूरी, ३४ हाईड से नापने पर १-०.७६ अथवा १.३२ पार्सेक है। राजहंस ६१ तारे की दूरी ३.३ पार्सेक है। एक तारे की पार्सेकों में दूरी उमके लम्बन के विपर्यय (reciprocity) में या उल्टी होनी है। तारों की दूरी बताने वाली दूसरी एक और भी ज्योतिषिक इकाई है, जो अक्सर व्यवहार में लाई जाती है। लोकप्रिय साहित्य में तो प्रायः इसी का मोलचाला है। इसको प्रकारा-वर्ष (light-year) कहते हैं। १८६,००० मील प्रति सेकण्ड के वेग से चलता हुआ प्रकाश एक वर्ष में जितनी दूरी तय करता है, उस दूरी को १ प्रकारा-वर्ष की दूरी कहते हैं। एक पार्सेक ३.२६ प्रकारा-वर्षों के बराबर होता है। यह लगभग ५८,६१,६६,६०,००,००० मील है। प्रकारा-वर्षों में नापने पर हम देखते हैं कि आल्फा सेंटारी तारा हमारी पृथ्वी से $३.२६ \times १.३२ = ४.३०$ प्रकारा-वर्षों की दूरी पर है। राजहंस ६१ तारा पृथ्वी से $३.२६ \times ३.३ = १०.८$ प्रकारा-वर्ष दूर है।

फोटोग्राफी के तरीकों को जब खगोल शास्त्रियों ने अपनी मदद के लिए पुकारा तब जाकर यह सम्भव हो सका कि और अधिक तारों के लम्बन नापे जायें। फोटोग्राफी ने प्राप्त परिणामों को अधिकाधिक शुद्ध भी किया। जो कुछ हो, एक बात यह थी कि लम्बनों के द्वारा दूरी नापने के इस तरीके में अपनी कुछ कमियाँ थी। प्रथम तो, बात यह थी कि हमसे सर्वाधिक निकट के तारों के लम्बन भी बहुत ही छोटे होते थे। उदाहरण के

लिए प्रोक्लिमा सैंटारी नामक तारे को ही लीजिये; वह एक मन्द तारा है जो आकाश में आल्फा सैंटारी से दूर नहीं है। इसका लम्बन $0^{\circ}06$ है। आज तक जाने गये तारों में वह उन सब की अपेक्षा हमारे अधिक निकट है। दूसरा अगला तारा आल्फा सैंटारी उससे कुछ ही दूर आगे है, क्योंकि उसका लम्बन $0^{\circ}06$ है। इस $0^{\circ}06$ लम्बन की बात को ठीक समझ पाने के लिए हम अपनी एक परिचित वस्तु का ही उदाहरण देते हैं। हमारे पास एक पैसे का एक सिक्का है। यदि हम चाहें कि इस सिक्के के व्यास को $0^{\circ}06$ कोण का देखें तो हमें उसे अपने से २६१, १०० इन्चों की दूरी (करीब ४ मील से कुछ और भी दूर) पर रखकर देखना होगा।

अब तक हम कुछ थोड़े से ही तारों को जान पाये हैं जिनके लम्बन $0^{\circ}1$ से कुछ ज्यादा हैं। यह $0^{\circ}1$ लम्बन पार्सेकों में बदले जानेपर १० पार्सेकों के करीब होगा। इसे ही यदि हम प्रकाश-वर्षों में बदलें तो यह लम्बन ३२.६ प्रकाश-वर्षों के बराबर होगा। ज्यों-ज्यों दूरियाँ बढ़ती जाती हैं त्यों-त्यों लम्बन भी क्रमशः छोटे होते जाते हैं; और इसी क्रम से उनके द्वारा प्राप्त दूरियों की शुद्धता में सन्देह बढ़ता जाता है। $0^{\circ}01$ (१०० पार्सेक दूर) लम्बन से भी छोटे लम्बनों पर निकाले गये परिणाम तो निश्चय ही सन्देहमय होंगे।

यह ऊपर लिखी अनिश्चितता या सन्देहात्मकता इस बात को देखते हुए और भी बढ़ जाती है कि अत्यन्त ही दूर पर स्थित

जिन तारों की पृष्ठभूमिपर हम अन्य तारों के लम्बन निकाल लेते हैं और दूर के जिन तारों को हम सुमीते के लिए “पृष्ठभूमि के तारे” Reference stars कहकर पुकारते हैं स्वयं उन तारों की दूरियों के विषय में हमारा ज्ञान बिल्कुल नहीं के बराबर है। हमने सिर्फ अपनी आसानी के लिए यह मान लिया है कि वह इतने ज्यादा दूर हैं कि हम उनके लम्बनों को किसी प्रकार भी पकड़ नहीं पाते। हम उनके लम्बनों को जानने की चेष्टाएँ तो करते ही हैं। कभी-कभी तो हमें मालूम होता है कि उनके लम्बन निपेधात्मक negative हैं—बिल्कुल नहीं के बराबर। ऐसा मालूम होता है मानो यह तारे भी ठीक उसी दिशा की ओर मुँहे चले जा रहे हैं जिधर हमारी पृथ्वी। यदि हम एक क्षण ठहरकर इस पर गौर करें तो मालूम होगा कि यह कोई रहस्य की बात नहीं है—इसका सिर्फ एक ही अर्थ होगा कि हमने शुरू में ही एक गलत धारणा बना ली है। हो सकता है कि जिन तारों के लम्बन जानने की हम कोशिश करते हैं उनकी अपेक्षा, इन “पृष्ठभूमि के तारों” में से ही कोई एक या अधिक तारा हमारे ज्यादा नजदीक हो। ऐसी हालत में ज्योतिषी एक ही रास्ता अपनाता है, यह वह जानने की कोशिश करता है कि इन तारों में से कौन-सा तारा यह गड़बड़ मचा रहा है। इसको जानकर वह उसे भी उन तारों की सूची में जोड़ देता है जिनकी दूरियाँ उसे निकालनी हैं।

हमारे वैज्ञानिक जीवन में कभी-कभी ऐसे अवसर आते हैं जब

चलते-चलते हम अपने सामने, परन्तु दूर, किन्हीं दो वस्तुओं को देखते हैं। क्योंकि वह दोनों ही वस्तुएँ हमारी दृष्टि की एक ही रेखा में पड़ती हैं, इसलिए हम भ्रम में पड़ जाते हैं कि इन दोनों वस्तुओं में कौन सी वस्तु दूसरी की अपेक्षा हमसे नजदीक है। यह जानने और भ्रम मिटाने के लिए हम सड़क के एक किनारे की ओर कुछ हट जाते हैं। मान लीजिए हम सड़क के दाहिने किनारे की ओर हट गये हैं। यदि ऐसा करने पर वह वस्तुएँ हमको एक दूसरी से कुछ पृथक् हटी हुई सी दिखाई दें तो हम तुरन्त जान जाते हैं कि दाहिनी तरफ दिखाई देनेवाली वस्तु, दूसरी वस्तु की अपेक्षा ज्यादा दूर है। यदि वह वस्तुएँ एक दूसरी की ओर नजदीक आती-सी जान पड़ें तो हम इस नतीजे पर पहुँचेंगे कि बाईं तरफ की वस्तु दूसरी की अपेक्षा हमसे ज्यादा दूर है। वस्तुओं की इन अपेक्षाकृत दूरियों को जानने के इस तरीके को व्यवहार में लाते समय निश्चय ही हम “लम्बन” जैसे शब्दों का खयाल भी नहीं करते, “निपेधात्मक लम्बन” को तो बात ही क्या। ठीक यही सिद्धान्त या प्रक्रिया है जो तारों पर भी लागू की जाती है।

सिद्धान्त रूप में यह सम्भव तो है कि हम “पृष्ठभूमि के तारों” के बिना भी अपने काम में आगे बढ़ सकें। पृथ्वी पर ही यदि कई वस्तुएँ बड़ी मजबूती के साथ अपने स्थानों पर चिपकी हों तो उनकी अपेक्षा तारों की स्थितियों को हम नाप सकते हैं। कुछ दूरबीनों को बड़ी दृढ़ता से एक स्थान पर जमा कर उनको

कुन-कुनों में घाट कर भी यह काम कर सकते हैं। त्रिन तारों के लम्बन अपेक्षाकृत बड़े होते हैं उनको लेकर तो यह प्रयोग हिम्मी जा चुके हैं। परन्तु इन प्रयोगों में अनेक व्यावहारिक कठिनाइयाँ हैं; इनके प्राप्ति परिणाम भी विशेष शुद्ध नहीं हैं और इनके परिणामों की मात्रा भी बहुत कम है। आवश्यक तारों को लेने में बहुत ज्यादा समय लग जाता है। ठीक वनने ही समय में हम फोटोग्राफी की मदद से बहुत ज्यादा तारों से निबट लेते हैं और फिर धीरे-धीरे अपनी कुरमत्त के समय हम इन फोटोग्राफों की मदद से उन दूरियों का अध्ययन कर सकते हैं।

जैसा कि हम पहिले देखा चुके हैं, सौर-मण्डल के दायरे के भीतर काम करते हुए लम्बन के तरीके की पुष्टि अन्य तरीकों से भी हो चुकी है। सौर-मण्डल के बाहर के आकार में यह तरीका काम नहीं करता—ऐसा सोचने का भी कोई आधार तो नहीं है।

मान लेते हैं कि तारों के देश में भी लम्बन इतना ही कारगर है। हम अपने परीक्षणों द्वारा अब जहाँ तक पहुँच चुके हैं उसका संक्षिप्त विवरण दे देना चाहते हैं। सूर्य हमारी पृथ्वी से करीब ६३०,०००,००० मील दूर है। यदि इस संख्या को हम ३००,००० से गुनें तो गुणनफल नीलों की संख्या में पहुँच जावेगा। आज तक हम जितने तारों को जान सके हैं उनमें से सबसे पास का तारा हमारी पृथ्वी से नीलों मील की इस संख्या से भी ज्यादा दूर है। अधिकांश तारे तो इतनी दूरी पर हैं कि

उनकी दूरियाँ यताने में हमारे अंकगणित की जानी हुई संख्याएँ अपनी असमर्थता पर रो देती हैं। इन तारों की एक विशाल राशि तो लम्बन के तरीके की पहुँच के भी बाहर हैं। यह तरीका अपने हाथ-पैर मारकर भी उन्हें छू नहीं सकता। पृथ्वी की भ्रमण-कक्षा वास्तव में काफी बड़ी नहीं है। यदि सौर-मण्डल के तीनों ही बड़े ग्रहों पर कोई ज्योतिषी हों तो वह शायद तारों की दूरियाँ नापने के विषय में हमसे ज्यादा भाग्यवान् होंगे—यद्यपि अपने वेधों का फल जानने में उन्हें हमारी अपेक्षा ज्यादा समय तक प्रतीक्षा करनी होगी। बृहस्पति ग्रह के ज्योतिषी को हमारी काल गणना के १२ वर्षों तक अपने वेध के फल को जानने के लिए इन्तिजार करना होगा। परन्तु वह जिस नतीजे पर पहुँचेगा वह हमारे प्राप्त परिणाम से पाँच गुना ज्यादा ठीक होगा। शनि ग्रह के ज्योतिषी को यद्यपि हमारे ३० वर्षों के समय तक प्रतीक्षा करनी होगी परन्तु उसका परिणाम करीब १० गुना ज्यादा ठीक होगा। जिन तारों का लम्बन पृथ्वी से देखे जाने पर सिर्फ $0^{\circ}00'$ है, उन ग्रहों के ज्योतिषी को वह अपनी दूरी ठीक वही तरह बतला देंगे जैसे कि प्रोफ़िजमा सैटारी तारा अपनी दूरी हमें बतला देता है। उन बड़े ग्रहों के ज्योतिषी अनन्त आकाश के जितने विस्तार को लम्बन की मापों के द्वारा खोज सकेंगे वह हमारे द्वारा इसी तरीके से खोजे गये विस्तार का १ हजार गुना होगा।

छठा परिच्छेद

तारों के भ्रमण-शील भ्रुण्ड और डोपलर का सिद्धांत

दूर, बहुत दूर, अनन्त की गोद में भीषण वेग से भाग-दौड़ करनेवाले तारों की हमारी पृथ्वी से दूरी नापने के लिए हमने 'लम्बन' parallax के माप-दण्ड का सहारा लिया था। पिछले परिच्छेद में हम यह बता आये हैं कि इस माप-दण्ड के आधार पर किस प्रकार कुछ तारों की दूरियाँ आँकी गईं। अब तो हम और भी कुछ ऐसे तरीकों को जान गये हैं जिनसे उन तारों के लम्बनों को बिना जाने भी उनकी दूरियाँ आँक सकते हैं, यद्यपि यह सय तरीके तारों की दूरियों को बताने में स्वयं कुछ प्रत्यक्ष भाग नहीं लेते, फिर भी यह हमें ऐसे कुछ सूत्र दे देते हैं, जो इस काम में हमारी अत्यधिक सहायता करते हैं। इनका वर्णन हम अगले परिच्छेद में करेंगे।

फिलहाल हम अन्य दो महत्वपूर्ण तरीकों पर विचार करना चाहते हैं जो यद्यपि थोड़े तारों पर ही लागू पड़ते हैं फिर भी 'लम्बन' के तरीके पर आश्रित न होने के कारण अत्यन्त महत्व के हैं। सूर्य के चारों ओर घूमती हुई पृथ्वी अपनी १८ करोड़ मील का भ्रमण-कक्षा की आधार-शिला यदि हमें न भी देती तो ये यह तरीके काम आते। लम्बन के तरीके की जाँच के लिए

तारों के भ्रमण-शील मुण्ड और डोपलर का सिद्धान्त १५१

यह बड़े कीमती साधन है। यह दोनों साधन हैं, डोपलर का सिद्धान्त और द्विस्तारे।

भ्रमण-शील तारामुण्डों की दूरियाँ घटाने के साथ-साथ डोपलर का यह सिद्धान्त हमें विश्व के मयजनक, दुरुद्ध और जटिल फैलाव को आसानी से समझने में भी मदद देता है, जिमको हम आगे चलकर, बारहवें परिच्छेद में समझावेंगे।

पहिले हमें यह देखना है कि तारों के यह भ्रमणशील मुण्ड क्या हैं? पाँचवें परिच्छेद में हम यह तो पहिले ही कह आये हैं कि कुछ तारों को हम अपनी सहूलियत के लिए 'स्थिर तारे' अथवा 'शुभ्रभूमि के तारे' कहते हैं—सिर्फ इसीलिये, ताकि हम घुमकाड़ ग्रहों से अलग उनको मसूरी पहिचान सकें। सच तो यह है कि वह तारे भी उतने ही घुमकाड़ हैं। हाँ, यह बात तो जरूर है कि यह भिन्न-भिन्न दिशाओं में भागते हैं और उनके कोणीय वेग भी अनेक हैं। उन तारों के यह निजी या व्यक्तिगत वेग हैं। अनन्त शून्य के किसी एक भाग में खूब तेजी से भाग-दौड़ करने वाले उन तारों के निजी वेगों को यदि हम एक नक्शे पर छोटे-छोटे तीरों के रूप में अंकित करें तो हम देखेंगे कि इधर-उधर बिखरे से इन तीरों में कुछ तो ऐसे हैं जो सच के सच एक ही बिन्दु की ओर चलते से नजर आते हैं। नीचे हम दो रेखाचित्र २२ और २३ दे रहे हैं।

इन दोनों रेखाचित्रों के तुलनात्मक अध्ययन से मालूम होगा कि चित्र २२ में बहुत से तीर हैं जो आकाश के किसी एक खास

भाग के तारों के घोटक है। इन तारों की निजी गतियों को सही तीर पर जान भी लिया गया है। प्रत्येक तीर की छ्वाहें उन



रेखाचित्र २२



रेखाचित्र २३

तारे की गति के एक निश्चित अनुपात में है। जो तारा आज अपने घोटक तीर की पूंछ पर है वही, यदि उसकी गति ऐसी ही बनी रहे तो, आज से १००० वर्ष बाद उस तीर के सिरे पर जा पहुँचेगा।

यह बात ध्यान में रखने की है कि इन रेखाचित्रों में दिये हुए तारों के नक्शे काल्पनिक ही हैं। वास्तव में यह आकार के किसी एक खास भाग के सही चित्रण नहीं हैं।

रेखाचित्र २३ सिर्फ थोड़े से उन्हीं तारों को दिखलाता है जिनके घोटक सारे तीर एक ही बिन्दु की ओर दौड़ रहे हैं।

तारों के भ्रमण-शील गुण और होपलर का सिद्धान्त १६१

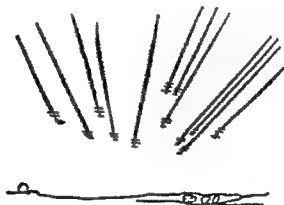
इस चित्र के यह सब तारे ही मिलकर अपना एक भ्रमणशील गुण बनाते हैं। पहिली नजर में तो ऐसा मालूम होता है मानो यह सब तारे आपस में एक होड़ बढ़कर एक निश्चिन्त ध्येय की ओर एक दूसरे से पहिले पहुंचने की धुन में छलाने मारते भाग रहे हैं। परन्तु यह कल्पना तो स्पष्टतः हास्यास्पद ही है। एक ही बिन्दु की ओर दौड़ते से दिखने वाले इन तारों की गतियों को ठीक-ठीक समझने के लिए तो और ही कड़ी देखना होगा। यह मान लिया जाता है कि यह सब तारे समानान्तर मार्गों पर ही दौड़ रहे हैं। एक ही लक्ष्य-बिन्दु की ओर दौड़ते से जो यह दिखलाई देते हैं, वह तो महज एक दृष्टि-भ्रम ही है।

यह महज एक दृष्टि-भ्रम है इस बात को ठीक तरह समझने के लिये हम एक उदाहरण देते हैं। मान लीजिये, हवाई जहाजों का एक बेड़ा कतार बांधकर आकाश में बढ़ रहा है। एक जगह खड़े होकर हम इस बेड़े को देख रहे हैं। बढ़ते हुए हवाई जहाज हम से दूर-दूर चले जा रहे हैं। आकाश में उनके मार्गों को हम देख रहे हैं। नीचे रेखा-चित्र २४ में हम हवाई जहाजों के एक बढ़ते हुए बेड़े को एवं अपने पीछे घने होते हुए धुएँ के जो गोठ छोड़ते वह जा रहे हैं उनको दिखाया रहे हैं।

जो छोटी-छोटी रेखायें एक दूसरी की ओर दौड़ती हुई-सी दिखलाई गई हैं वह उस दूरी का बोध कराती हैं जितनी उस एक ही समय में इस योजना हीन सी कतार के जहाजों ने तै की है। समीप एक ही बिन्दु की ओर छुटकते से मालूम होते

हैं। यह बिन्दु इतना दूर है कि जब यह सब जहाज उस तक पहुंचते हैं तो सारा का सारा ही बेड़ा एक बिन्दु के रूप में सिमटा हुआ-सा दीख पड़ता है। एक ही बिन्दु की ओर इनका दौड़ते से दिखाई पड़ना दृष्टि का एक भ्रम ही है।

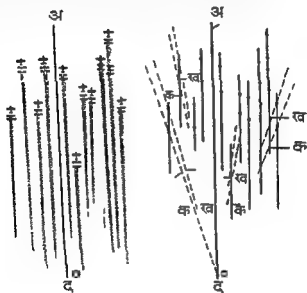
यदि कोई दर्राक किसी एक बहुत ऊंचे उड़ते हुए जहाज में बैठा हो और वहां से यह कतार बांधकर उड़ते हुए इन जहाजों को देखे तो उसे यह जहाज और उनके पथ ठीक ऐसे दिखाई देंगे जैसे कि रेखा-चित्र २५ में।



रेखाचित्र २५

इस चित्र में दर्राक की स्थिति "द" बिन्दु पर है। सभी पथ समानान्तर हैं। सवाल उठता है कि जमीन पर ही एक स्थान "द" पर खड़े होकर देखने से क्या हम रेखा-चित्र २५

को खींच भी सकेंगे। जरूर; यदि हमें इन हवाई जहाजों के स्थलीय वेगों का (स्थल पर दौड़ने के उनके वेगों का) ज्ञान हो और एक निश्चित समय के अन्तर से हम इन जहाजों के दो फोटो चित्र भी ले सकें। छाया चित्रों में व्यवहार किए जाने वाले

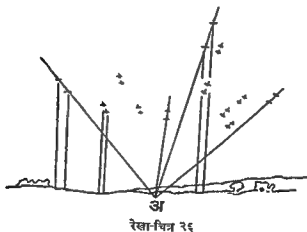


रेखा-चित्र २५

रेखा-चित्र २५-अ

फिल्मों को फाम में लेकर हम यह पूरी जानकारी पा सकेंगे। इन फिल्मों के द्वारा एक सेकन्ड के २४ वें भाग के फर्क से कुछ चित्र खींच कर ही हम यह जान सकेंगे। इस प्रक्रिया में हमें

इन जहाजोंके पथों को देखना न होगा। इस फिल्म के दो फ्रेमों को, जो एक दूसरे से २४ फ्रेमों के अन्तर पर हों, एक साथ मिलाकर छापने से हम रेखा-चित्र २६ की तरह का एक स्का बना पाएँगे। इन छाया-चित्रों से यदि हम कुछ रेखायें खींचें, तो यह एक दूसरी को "अ" बिन्दु पर काटेंगी। पृथ्वी की सतह पर की कुछ वस्तुओं की अपेक्षा में यदि हम इनकी परीक्षा करें, तो जान सकेंगे कि यह बिन्दु "अ" दक्षिण—दक्षिण-पश्चिम की ओर है। हम जान जाते हैं कि रेखा-चित्र २५ में रेखा "अ" किधर है।



सभी जहाज इस रेखा के समानान्तर ही उड़ रहे हैं। फोटोग्राफ पर ही हम (रेखा-चित्र २६) बिन्दु "अ" और प्रत्येक

जहाज के ठीक सीधे नीचेकी ओर के बिन्दु के बीच की कोणीय दूरी को नाप लेते हैं। ऐसा करने पर हम रेखा-चित्र २५-अ से मिलती-जुलती रेखाएँ खोच सकेंगे। हम जानते हैं कि प्रत्येक जहाज इस नक्शे की रेखाओं में से किसी एक पर ("क" पर) था जब कि पहली फ़्रेम ली गई; और दूसरी एक सेकन्ड बाद, दूसरी फ़्रेम लिए जाने के समय, इनमें से किसी दूसरी रेखा ("ख") पर था। यह जान लेने पर कि एक सेकन्ड में यह हवाईजहाज बढ़कर ३५० फीट दूर चला गया है, इन रेखाओं के प्रत्येक जोड़े पर बिन्दु "क" के समानान्तर ३५० फीट की दूरी नापने पर हम इन दोनों रेखाओं के ठीक बीच उस जहाज की स्थिति जान सकेंगे। इस तरह प्रत्येक जहाज की, इन दोनों ही क्षणों में, ठीक स्थितियाँ निश्चित हो जाती हैं और किसी एक क्षण में प्रत्येक जहाज की "द" बिन्दु से दूरी को हम नक्शे पर नाप भी सकते हैं। वास्तव में यह नापी गई दूरी वृद्धि पर उस स्थान की होगी, जो उस समय उस जहाज के ठीक नीचे होगा। यही बात रेखा-चित्र २५ और २५-अ से साफ जाहिर है।

यह सारी बातें निर्भर करती हैं हमारे इस ज्ञान पर कि हवाईजहाज प्रति सेकन्ड कितने फीट के वेग से बढ़ रहे हैं। इस वेग को जानने वाली उनकी यह गति एक लम्बी एवं सीधी रेखा में ही होनी चाहिए। उनके कोणीय वेग अथवा आकाश में दिखनेवाले उनके वेगों की जानकारी के बरोसे हम कोई परिणाम नहीं निकाल सकते। ठीक इससे मिलता-जुलता ही भ्रमणशील

तारों के गुणों का ज्ञान है। परन्तु जब तक हम पृथ्वी की ग्राह्यता में तारों की गति से कुछ मीलों अथवा किलोमीटरों में गति के वेग को न जान सकें, तारों के इन गुणों के विषय में हमारी जानकारी में आगे नहीं बढ़ सकेंगे। यह तो मग है कि उनकी इन गतियों के ज्ञान के बिना भी हम रेखा-चित्र २५-अ की तरह का एक नक्शा किसी एक गुण के प्रत्येक तारे के विषय में तैयार सकेंगे, परन्तु हम नक्शे के पैमाने को नहीं जान सकेंगे। जब तक हम पृथ्वी से सूर्य की दूरी को मीलों अथवा किलोमीटरों में नहीं जान पाएँ, तब तक मौर-मण्डल की भी यही स्थिति थी। हम मौर-मण्डल को एक नक्शेपर चित्रित-सही सीधे तो सकते हैं, परन्तु हमके पैमाने का सही मान हमें नहीं मालूम था।

डोपलर के सिद्धान्त की मदद से अब बहुत आसानी से तारों की गतियों के इन वेगों को जान सकते हैं। डोपलर एक भौतिक वैज्ञानिक था जिसने इस सिद्धान्त को जन्म दिया था। ..

डोपलर के इस सिद्धान्त के एक पहलू से तो हम भली प्रकार परिचित हैं। हम किसी एक रेलवे स्टेशन के प्लेटफार्म पर खड़े हैं। खूब तेजीसे दौड़ती हुई एक रेलगाड़ी धड़धड़ाती हुई हमारे पास होकर सीटी बजाती हुई निकल जाती है। रेलगाड़ी का एंजिन ज्यों-ज्यों हमारे पास से होकर आगे बढ़ता जाता है त्यों-त्यों उसकी सीटी की आवाज की तेजी क्रमशः धीमी पड़ती जाती है। सीटी देना हुआ एंजिन जब तक हमारी ओर बढ़ता आता है सीटी की आवाज भी तेज और अधिक तेज होती जाती है;

तारों के भ्रमण-शील मुण्ड और डोपलर का सिद्धान्त १५६

परन्तु हमारे पास से होकर आगे बढ़ता हुआ यह एंजिन ज्वा-
ज्यों हमसे दूर भागता चला जाता है, सीटी की आवाज भी
त्यों-त्यों धीमी पड़ती जाती है। यह तो हम जानते हैं कि
आवाज हवा में कम्पनशील लहरों को पैदा करती है।
रेलगाड़ी के एंजिन की सीटी की तेजी में पड़ते हुए जिस
फर्क का हम ऊपर जिक्र कर आये हैं उसका कारण ठीक
यही है। मान लीजिए कि सीटी की आवाज, जैसा कि रेलगाड़ी
का चालक (ड्राइवर) सुनता है, हवा को प्रति सेकण्ड ५५०
कम्पन के हिसाब से कंपा रही है। वास्तव में, भौतिक-विज्ञान
की भाषा में कहा जाता है कि आवाज की पड़कनें Frequency
प्रति सेकण्ड ५५० है। शब्द की गति का वेग ११०० फीट प्रति सेकण्ड
माना जाता है। इस प्रकार हम देखते हैं कि रेलवे एंजिन के
सीटी बजाने वाले पुरजे से नाप कर ११०० फीट की दूरी तक
एक घराबर दूरी की ५५० लहरें होती हैं। इस तरह प्रत्येक
लहर की लम्बाई २ फीट होती है। मान लीजिए कि सीटी
बजाने वाला एंजिन का यन्त्र ५० फीट प्रति सेकण्ड के हिसाब से
हमारी ओर बढ़ा चला आ रहा है। ऐसा करने पर यह
अपने द्वारा पैदा की गई इन लहरों को पकड़ता और दबाता भी
आ रहा है। प्रत्येक नया कम्पन, अपने से तुरन्त पहिले के
कम्पन की अपेक्षा, हमारे अधिकाधिक पास आने वाले ११००
फुट अथवा आधा इंच से कुछ थोड़े ही ज्यादा फासिले के बिन्दु
से उत्पन्न होता आ रहा है। इसके परिणाम स्वरूप इन कम्पनों

से हवा में होने वाली लहरों की लम्बाई भी प्रति दो फीटों से स्वनी ही कम होती जाती है परन्तु इनकी फड़कनें उतनी ही अधिक बढ़ती जाती हैं। हवा में आवाज की गति का वेग तो वही प्रति सेकण्ड ११०० फीट ही है। क्योंकि ११०० फीट के दायरे में इन छोटी लहरों की संख्या अधिक होती जाती है इसलिए इनकी प्रति सेकण्ड संख्या भी बढ़ती जाती है। इसी कारण एल्लिन के बालक की अपेक्षा सीटी की आवाज हमें ज्यादा तेज सुनाई देती है। हम महसूस करते हैं जैसे कि इसकी फड़कनें ५६२८ प्रति सेकण्ड हैं। इसी तर्क एवं गणना को लेकर यदि हम ठोटे चले तो जान सकेंगे कि एल्लिन का सीटी देने वाला यन्त्र ज्यों-ज्यों हमसे दूर आगे की ओर निकलता जाएगा त्यों-त्यों उसकी आवाज की तेजी भी क्रमशः धीमी होती जावेगी। हम यह भी जान सकेंगे कि अमुक समय यह कितनी धीमी पड़ी। डोपलर का सिद्धान्त ठीक यही है।

इसके पहिले कि हम इस सिद्धान्त को तारों पर लागू करें एक बार फिर रेखाचित्र २४, २५ और २६ के हवाई जहाजों की ओर छोट पड़ते हैं। हमने मान लिया था कि इन जहाजों की गति के वेगों को हम जानते हैं, परन्तु हमने वहाँ यह निर्देश नहीं किया था कि किस प्रकार हम इन वेगों को जान सके। यदि कोई दूसरा अच्छा साधन नहीं हो तो भी सीटियों और ट्यूनिंग-फोर्क (एक यन्त्र जो चोट करने पर एक खास ध्वनि उत्पन्न करता है) की मदद से हम इन वेगों को नाप सकेंगे। मान छीत्रिए

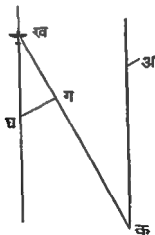
कि प्रत्येक जहाजमें एक निर्दिष्ट तेजीकी आवाज पैदा करनेवाली सीटी लगी हुई है। हमारे पास कई ट्यूनिंगफोर्क अथवा कई ऐसे ही अन्य साधन हैं जिनसे हम आवाजों की तेजी जान सकें। जब जब हवाई जहाज हमारी ओर आता है, उसमें लगी सीटीकी आवाजकी बढ़ती हुई तेजीको हम जान सकते हैं। इसी प्रकार जबजब यह हमसे दूर-दूर आगे की ओर बढ़ा जाता है, सीटी की आवाज की तेजी भी क्रमशः गिरती जाती है जिसे हम इन ट्यूनिंग फोर्कों की मदद से जान सकते हैं। ऊपर दिए हुए तर्क के जरिये हम इस हवाई जहाज की प्रति सेकण्ड फीटों में गति के वेग को जान सकते हैं। सब तो यह है कि जब कभी हवाई जहाज ठीक हमारी सीध में बढ़ता हुआ हमारी ओर आता है अथवा हमारी सीध में ही बढ़ता हुआ हम से दूर जाता है और उस समय उसमें लगी सीटी की आवाज की तेजी या धीमेपन को लेकर हम उसकी गति का जो वेग जान पाते हैं वह बिल्कुल ठीक उतरता है। परन्तु जब यह ठीक हमारी सीध में न होकर जरा इधर उधर बढ़ता हुआ हमारी ओर आता या हमसे दूर जाता है उस समय हम इसके वेग के सिर्फ उसी भाग को जान सकते हैं जो उस रेखा की सीध में, जो हमको उस जहाज से जोड़ती है, बढ़ान भरते हुए इसका होता है। दूसरे शब्दों में हम कह सकते हैं कि अमुक वेग से इस जहाज की हमसे एक सीधी रेखा में दूरी बढ़ल रही है।

जिस क्षण यह जहाज ठीक हमारे सिर पर होता है, हम

यह सकते हैं कि इगली हमारे दूरी बाध नहीं रही है। ठीक उस
 क्षण हमने हमारी ओर बढ़ना तो बन्द कर दिया है पालु हमने
 आगे की ओर दूर जाना भी शुरू नहीं किया है। यही बात
 उस जहाज पर भी लागू होगी है जो हमारे ठीक मिर पर
 होकर नहीं बढ़ रहा है। जिस क्षण हमको इस जहाज से जोड़ने
 वाली रेखा इस जहाज की उड़ान की रेखा पर एक समकोण
 बनाती है, ठीक उस क्षण यह जहाज न तो हमारी ओर आता
 ही है और न आगे की ओर हम से दूर ही चला जाता है। उस
 क्षण इस जहाज में सगी सीटी जो आवाज फैलती है और जब
 यह आवाज हम तक पहुँचती है, उसकी तेजी ठीक वही होती है,
 जैसी कि यह विमान-ध्वजके द्वारा सुनी जाती है। इस क्षण से
 कुछ थोड़ी ही देर पहिले या बाद में हमारी ओर आने या हम से
 दूर जाने की इसकी गति का वेग छोटा होता है और इस कारण
 इस सीटी की जो आवाज हम सुनते हैं, उसकी तेजी में जो
 अन्तर आता है वह भी छोटा होता है। यही कारण है कि
 जब हम किसी रेलवे स्टेशन के प्लेटफार्म के किनारों से पीछे की
 ओर हट कर खड़े हों और तेजी से दौड़ती हुई कोई रेलगाड़ी
 प्लेटफार्म के पास से होकर गुजरती हो, उस समय वहाँ खड़े-
 खड़े यदि हम उस रेलगाड़ी के एंजिन की सीटी की आवाज सुनें
 तो जैसे-जैसे सीटी बजाने वाला एंजिन हमारे पास से होकर
 आगे बढ़ता जाएगा सीटी की आवाज की तेजी में भी वही क्रम
 से धीरे-धीरे परिवर्तन होता जाएगा। यदि हम प्लेटफार्म के

किनारे के पास खड़े हों तो सीटी की आवाज की तेजी में जो परिवर्तन होगा वह इतना धीरे-धीरे न होगा ।

हवाई जहाजों के उदाहरण को लेकर जो बातें हम ऊपर कह आये हैं उस पर अब हम इस बातको लागू करते हैं । कुछ व्यावहारिक कारणों को लेकर हम माने लेते हैं कि इनमें से सिर्फ एक ही हवाई जहाज में सीटी लगी हुई है । रेखाचित्र २७ में हम हवाई जहाज की यह स्थिति दिखाते हैं जो प्रथम फोटो लेते समय ठीक उस क्षण की है । उस क्षण सीटी की आवाज की तेजी में जो गिरावट हुई उसको हम जान लेते हैं । मानलीजिए



रेखा-चित्र २७

कि यह ३०० फीट प्रतिसेकण्ड के वेग के आस-पास है । परन्तु

यह तो सिर्फ वही वेग है जिस पर उस क्षण रेखा “क ख” लम्बी बढ़ती जा रही है। अब हम रेखा “अ” के समानान्तर अपने मार्ग पर उड़ते हुए हवाई जहाज के वेग को जानने के लिए इस रेखा-चित्र के नक्शे पर “ख” से ३०० मिलीमीटर दूर एक बिन्दु “ग” को खोज लेते हैं। रेखा “क ख” पर हम एक लम्ब “ग घ” खींचते हैं जो इस हवाई जहाज के मार्ग को “ब” बिन्दु पर काटता है। स्पष्ट है कि अपने मार्ग पर उड़ते हुए हवाई जहाज की गति का वेग “ख घ” दूरी की मिलीमीटरों की संख्या के बराबर है,

जैसा कि हम पिछले परिच्छेदों में लिख आये हैं, व्यवहारतः यह सब परिणाम हम गणनाओं द्वारा ही प्राप्त करते हैं, रेखा-चित्रों एवं नक्शों के द्वारा नहीं। बात को स्पष्ट समझाने के लिए ही हमने इन रेखा-चित्रों का प्रयोग किया है।

अब हम तारा की ओर लौटते हैं जो हमारे मुख्य विषय है। यह तो सच है कि तारे हम तक कोई आवाज तो नहीं भेजते; हाँ, हमारी ओर वह अपने प्रकाश को तो जरूर ही भेजते हैं। इस प्रकार में ही कुछ ऐसे सुराग होते हैं जो इसकी लहरों की लम्बाई या फड़कनें frequencies पकड़ने में हमारी मदद करते हैं।

प्रकाश एक किशमकी गतिशील लहरों का बना होता है। इसकी फड़कनों (एक निश्चित समय में होने वाले कम्पनों का संख्या) और इसकी लहरों की लम्बाइयों में ठीक वैसाही एक

तारों के भ्रमण-शील मुण्ड और डोपलर का मिश्रान्त १६५

सम्बन्ध होता है, जैसा कि ध्वनि की लहरों में। यह तो हम बता ही आये हैं कि ध्वनि की गति का वेग ११०० फीट प्रति सेकण्ड है। इसलिए अगर इसकी फड़कने ५५० है, तो इसकी एक लहर की लम्बाई, $\frac{1100}{550} = 2$ फीट होगी। वास्तव में; वेग और ध्रुव नहीं, सिर्फ फड़कनों और लहर की लम्बाई का गुणनफल ही $(550 \times 2 = 1100)$ है, ठीक वही बात प्रकाश पर भी लागू है। उसकी फड़कनों frequencies को उसकी लहर-लम्बाई से गुणा करने पर उस प्रकार का वेग निकल आता है।

बेतार wireless की लहरें भी प्रकाश की तरह ही हैं; परन्तु सिर्फ इतना ही है कि बेतार की लहरों की लम्बाई बहुत ज्यादा बड़ी है और उनकी फड़कने बहुत ही थोड़ी हैं। रेडियो-स्टेशनों के छपे हुए प्रोग्रामों में प्रत्येक ध्वनिक्षेपक transmitter की फड़कने और लहर-लम्बाई दी जाती है। फड़कने प्रायः किलो-सायकलों में दी जाती हैं। १००० कम्पनों का एक किलो सायकल होता है। लहर-लम्बाई प्रायः मीटरों में दी जाती है। अगर हम इन दोनों संख्याओं को एक दूसरे से गुणा करें और फिर उस गुणनफल की संख्या को १००० से गुणा करें तो प्रत्येक हालत में गुणनफल ३००,०००,००० या इसके आस पास ही होगा। बेतार की लहरों और प्रकाश-लहरों का प्रति सेकण्ड मीटरों में वही वेग है। मानलीजिए कोई एक रेडियो मोड-कार्लिंग स्टेशन ३४२.१ मीटर पर ८७० किलोसायकलों की फड़कनों से ध्वनिक्षेपण कर रहा है। जैसा हम ऊपर कह आये

है एक किलोमायकल १००० कम्पन का होना है। इन तीनों संख्याओं का गुणनफल 2.5×10^{21} है। हमारा एक प्रोमान दो लहर-लम्बाइयों पर प्रसारित किया जा रहा है। यह है १६०० मीटर (२०० किन्गो मायकल) एवं २६१.१ मीटर (११४६ किलोमायकल)। दोनों को ही अलग-अलग गुणा करने पर (मीटर \times किलोमायकल \times १०००) हमें गुणनफल की दो संख्याएँ प्रमरा: ३००,०००,००० और ३००,००३,६०० प्राप्त होती हैं।

विजली के धत्व की रोशनी में अथवा किसी अन्य ठोस पस्तु की, जो सूर्य गर्म हो चुकने पर मफेदी पकड़ लेती है, रोशनी में फड़कनों का एक मिला-जुला मुण्ड-सा होता है। परन्तु हमारी आँखें इनमें के सिर्फ एक अष्टक को ही पकड़ पाती हैं। इसका मतलब यह है कि वैगनी प्रकाश की फड़कनें लाल प्रकाश की फड़कनों की करीब दूनी होती हैं। इस अष्टक में एक किनारे पर तो लाल प्रकाश की फड़कनें होती हैं और दूसरे किनारे पर होती हैं वैगनी प्रकाश की फड़कनें। इन दोनों ही प्रकारों की फड़कनों में बीच और भी ५ रङ्गों के प्रकारों की फड़कनें रहती हैं; इस प्रकार यह होती है ७ किस्म की फड़कनें। जैसा कि हम ऊपर लिख आये हैं, वैगनी प्रकाश की फड़कनें लाल प्रकाश की फड़कनों की दूनी होती हैं, इसलिए ७ की इस संख्या को बढ़ाकर यह एक अष्टक बना देती है। इस अष्टक में और भी सभी फड़कनें रहती हैं, जो असंख्य होती हैं; शर्त सिर्फ यही है कि वह सब इस एक अष्टक में समा सकें।

तारों के भ्रमण-शील मुण्ड और होपलर का सिद्धान्त १६७

काँच के बने ग्लाड-फानूसों को तो आपने देखा ही होगा । पुराने रईसों की बैठकों और महफिलों में यह छतों में लटकाए जाते थे । इनमें जगह-जगह तीन पहलुओं की छोटी-छोटी काँच की फलियाँ लगी रहती हैं; इन्हें त्रिफलक कहते हैं । अब, प्रकाश को यदि हम ऐसे एक त्रिफलक के द्वारा देखें तो यह प्रकाश भिन्न-भिन्न किस्मों के ७ रङ्गों में बँटा दिखाई देगा । इसके एक छोर पर तो लाल रङ्ग की फड़कनें होंगी और दूसरे छोर पर होंगी बैंगनी रङ्ग की । इन दोनों रङ्गों के बीच क्रमशः होंगी (लाल छोर से) नारंगी, पीले, हरे, आसमानी और नीले (बाद में बैंगनी) रङ्गों की फड़कनें ।

तारों के एवं सूर्य के, क्योंकि यह भी एक तारा ही है, प्रकाश में कुछ खास फड़कनें गायब रहती हैं ; इसलिए उनका प्रकाश बिजली बत्तीके प्रकाशसे कुछ थोड़ा भिन्न होता है । यह खोई हुई फड़कनें वस तारेके ठण्डे बाहरी खोल या “चमड़ी”के भीतर रहने वाले कई तत्वों द्वारा निगल ली जाती हैं । तारों के इन बाहरी ठण्डे खोलों को वर्णमण्डल (Chromosphere) कहते हैं । इन कुछ फड़कनों को निगल लेनेवाले तत्व हैं ; हाइड्रोजन, कैल्सियम, लोहा, सोडियम एवं कई और । यह सब तत्व ठीक वही हैं जो हमारी पृथ्वी पर पाये जाते हैं । पृथ्वी पर अपनी प्रयोग-शालाओं में जब हम इन तत्वों के टुकड़ों को गर्म करते हैं तो वह ठीक वही फड़कनों के प्रकाश को जन्म देते हैं जिनको कि वह इन तारों के खोलों या वर्णमण्डलों में बैठे रहकर मजे में निगल लेते हैं ।

वर्णपटदर्शक (Spectroscope) एक यन्त्र है; इसमें काँच के त्रिफलक (Prism) लगे रहते हैं। तारों से आती हुई रोशनी को पकड़ कर यह यन्त्र उन्हें इन्द्रधनुषी रङ्गों के झुण्ड में फैला देता है। इस इन्द्रधनुषी झुण्ड को वर्णपट (spectrum) कहते हैं। इस वर्णपट में वह लुप्त फड़कनें सँकड़ी, काली रेखाओं के रूप में अपनी झलक देती हैं। इन काली रेखाओं को फ्रौन हूफर की रेखाएँ कहते हैं, क्योंकि फ्रौन हूफर (Fraun Hofer) ने ही सर्वप्रथम इनका अध्ययन किया था।

लोहे के एक टुकड़े को हम बिजली द्वारा लूब गर्म कर लेते हैं। गर्म होने पर यह टुकड़ा प्रकाश देने लगता है। इस प्रकार को हम वर्णपटदर्शक में से प्रसारित करते हैं। हमको देखना यह है कि इस प्रकार उत्पन्न हुई चमकीली रेखायें तारों के वर्णपट की काली रेखाओं की स्थिति के साथ पूर्णतः ठीक बैठती हैं या नहीं। यदि वह ठीक बैठती हैं, तब तो हम यह निष्कर्ष निकालते हैं कि वह तारा न तो हमारी ओर बढ़ा चला आ रहा है और न हमसे दूर आगे की ओर भागा ही जा रहा है। यदि यह ठीक नहीं बैठती परन्तु, पृथ्वी पर हमारी प्रयोगशाला के लोहे के टुकड़े से निकलने वाली चमकीली किरणों की तुलना में, वर्णपट के लाल प्रकाश वाले किनारे की ओर हटी हुई हैं तो हम यह नवीन्वा निकालते हैं कि वह तारा हमसे दूर-दूर चला जा रहा है। अगर यह हटाव इस वर्णपट के नीले भाग (ऊँची चढ़ावों का किनारा) की ओर है तो हम जान जाते हैं कि

तारों के भ्रमण-शील मुण्ड और डोपलर का सिद्धान्त १६६

तारा हमारी ओर बढ़ा चला आ रहा है। इस हटाव का नाप एवं उसपर आधारित गणनाओं द्वारा हम प्रति सेकण्ड मीलें अथवा किलोमीटरों में इन तारों के हमारी ओर आने अथवा हमसे दूर भागने की गतियों का वेग जान सकते हैं; ठीक उसी तरह जिस प्रकार ऊपर दिए उदाहरण में रेलवे प्लैटिन की सीटी की आवाज की तेजी द्वारा हम यह जान सके थे कि वह प्लैटिन किस वेग से हमारे ओर आता या हमसे दूर भागता है। कहना न होगा कि यह कोणीय वेग न होकर सीधी रेखा का वेग ही होगा। इस प्रकार जिन वेगों को हम जान पाते हैं उन्हें हम “दृष्टि-रेखा वेग” (sightline velocities) कहते हैं। जब हम किसी एक तारे को देखते हैं तो इसका मतलब यह होता है कि हमारी आँखें उस तारे पर एक सीधी रेखा में पड़ती हैं। दूसरे शब्दों में हम यह कह सकते हैं कि हमारी आँखों और उस तारे को जोड़ने वाली उन सीधी रेखा के एक छोर पर तो हमारी अपनी आँखें हैं और उसके दूसरे छोर पर वह तारा है। इसे ‘दृष्टि-रेखा’ कहते हैं। वास्तव में यह एक कल्पित रेखा ही है। इस रेखा पर बिल्कुल सीधे हमारी आँखों की ओर अथवा उसी रेखा पर आगे की ओर वह तारा जिस वेग से भागता होता है, उसे ‘दृष्टि-रेखा-वेग’ कहते हैं। यहाँ यह स्पष्ट कर देना जरूरी है कि प्रकाश के वेग की तुलना में तारों के वेग इतने छोटे होते हैं कि यह हटाव वर्णपट की सम्पूर्ण लम्बाई का एक बहुत ही छोटा अंश होता है।

वर्णपटदर्शक (Spectroscope) एक यन्त्र है; इसमें काँच के त्रिफलक (Prism) लगे रहते हैं। तारों से आती हुई रोशनी को पकड़ कर यह यन्त्र उन्हें इन्द्रधनुषी रङ्गों के झुण्ड में फैला देता है। इस इन्द्रधनुषी झुण्ड को वर्णपट (spectrum) कहते हैं। इस वर्णपट में वह लुप्त पङ्क्तियों सँकड़ी, काली रेखाओं के रूप में अपनी झलक देती हैं। इन काली रेखाओं को फ्रौन हूफर की रेखाएँ कहते हैं, क्योंकि फ्रौन हूफर (Fraunhofer) ने ही सर्वप्रथम इनका अध्ययन किया था।

लोहे के एक टुकड़े को हम बिजली द्वारा सूख गर्म कर लेते हैं। गर्म होने पर यह टुकड़ा प्रकाश देने लगता है। इस प्रकाश को हम वर्णपटदर्शक में से प्रसारित करते हैं। हमको देखना यह है कि इस प्रकार उत्पन्न हुई चमकीली रेखाएँ तारों के वर्णपट की काली रेखाओं की स्थिति के साथ पूर्णतः ठीक बैठती हैं या नहीं। यदि वह ठीक बैठती है, तब तो हम यह निष्कर्ष निकालते हैं कि वह तारा न तो हमारी ओर बढ़ा चला आ रहा है और न हमसे दूर आगे की ओर भागा ही जा रहा है। यदि वह ठीक नहीं बैठती परन्तु, पृथ्वी पर हमारी प्रयोगशाला के लोहे के टुकड़े से निकलने वाली चमकीली किरणों की तुलना में, वर्णपट के लाल प्रकाश वाले किनारे की ओर हटी हुई है तो हम यह नतीजा निकालते हैं कि वह तारा हमसे दूर-दूर चला जा रहा है। अगर यह हटाव इस वर्णपट के नीले भाग (ऊँची पङ्क्तियों का किनारा) की ओर है तो हम जान जाते हैं कि

तारा हमारी ओर बढ़ा चला आ रहा है। इस हटाव का नाप एवं उसपर आधारित गणनाओं द्वारा हम प्रति सेकन्ड मीलें अथवा किलोमीटरों में इन तारों के हमारी ओर आने अथवा हमसे दूर भागने की गतियों का वेग जान सकते हैं; ठीक वसी तरह जिस प्रकार ऊपर दिए उदाहरण में रेलवे एंजिन की मीठी की आवाज की तेजी द्वारा हम यह जान सके थे कि वह एंजिन किस वेग से हमारी ओर आता या हमसे दूर भागता है। कहना न होगा कि यह कोणीय वेग न होकर सीधी रेखा का वेग ही होगा। इस प्रकार जिन वेगों को हम जान पाते हैं उन्हें हम “दृष्टि-रेखा वेग” (*sightline velocities*) कहते हैं। जब हम किसी एक तारे को देखते हैं तो इसका मतलब यह होता है कि हमारी आँखें उस तारे पर एक सीधी रेखा में पड़ती हैं। दूसरे शब्दों में हम यह कह सकते हैं कि हमारी आँखों और उस तारे को जोड़ने वाली उस सीधी रेखा के एक छोर पर तो हमारी अपनी आँखें हैं और उसके दूसरे छोर पर वह तारा है। इसे ‘दृष्टि-रेखा’ कहते हैं। वास्तव में यह एक कल्पित रेखा ही है। इस रेखा पर बिल्कुल सीधे हमारी आँखों की ओर अथवा उसी रेखा पर आगे की ओर वह तारा जिस वेग से भागता होता है, उसे ‘दृष्टि-रेखा-वेग’ कहते हैं। यहाँ यह स्पष्ट कर देना जरूरी है कि प्रकाश के वेग की तुलना में तारों के वेग इतने छोटे होते हैं कि यह हटाव वर्णपट की सम्पूर्ण लम्बाई का एक बहुत ही छोटा अंश होता है।

हमने हवाई जहाजों का चढ़ाई का वेक्टर जो प्रक्रिया समझाई है, उसके द्वारा हम किसी भी एक ग्रुप के सभी तारों की दूरियाँ ज्ञात कर सकते हैं। जहाजों के विषय में हमने ध्वनि या आवाज का मापन लिया था; इन तारों के विषय में हम प्रकार का आभय फिर लेते हैं। जहाजों के वेग जहाँ प्रति सेकण्ड कई मी. पीछे थे, वनकी जगह तारों के वेग प्रति सेकण्ड कई किलोमीटर होते। जहाजों के चढ़ाई में जहाँ ध्वनि की कदरमें ६०० का मापन आस-पास थी, वहाँ प्रकार की कदरमें प्रति सेकण्ड कई मापन होगी और सेकण्डों की अवधि की जगह होगी कई शताब्दियाँ। जो हो, मिटान्ततः प्रक्रिया ठीक चली होगी।

रेखा-चित्र २५ में जो हमने नम स्थिति को दिखाने का प्रयास किया था, भ्रमों कि यह ऊँचे उड़ते हुए एक हवाई जहाज से दिखाई पड़ती। इसलिए हमने यहाँ तो नीचे उड़नेवाले जहाजों के एक जहाज के ठीक नीचे जमीन पर के स्थानों की स्थितियों एवं दूरियों को काममें लिया था। परन्तु तारों के विषयमें तो हमें स्वयं तम तारों की ही दूरियाँ जाननी हैं; इसलिए भ्रमणशील ग्रुप के प्रत्येक तारे को लेकर हमें अलग-अलग विचार करना होगा। ऐसा करने में हमें रेखा-चित्र २३ के उस मिलन-बिन्दु से प्रत्येक तारे की सच्ची और ठीक कोणीय दूरी लेनी होगी। यदि द्वारा इस प्रश्न को हल करना चाहें तो रेखा-चित्र २५-अ के बजाय हमको रेखा-चित्र २७ की तरफ के बनाने होंगे।

तारों के भ्रमण-शील मुण्ड और डोपलर का सिद्धान्त १७१

मुण्ड बनाकर चलने वाले तारों की जो दूरियाँ इस परिच्छेद में दी हुई प्रक्रियाओं द्वारा प्राप्त की गई हैं, उनकी पुष्टि लम्बनों के द्वारा किए गये मापों एवं कई अन्य प्रयोगों से भी होती है। इस प्रकार हम देखते हैं कि यह दोनों ही प्रक्रियाएँ एक दूसरी की जाँच-सी करती हैं। इस जाँच का जो परिणाम निकलता है, उससे उनकी समानान्तर गति की धारणा की ही पुष्टि होती है।

इस पुस्तक के तीसरे परिच्छेद में हमने सौर-मण्डल के ग्रहों की दूरियोंको लम्बन के तरीके से आँक कर उनकी सत्यता की जाँच के लिए कई अन्य प्रयोगों का भी उल्लेख किया था। वर्णपट्टदर्शक की सहायता से जिन 'दृष्टि-रेखा' वेगों को हम प्राप्त करते हैं, वह भी इनकी सत्यता की जाँच के एक और साधन हैं। सूर्य के चारों ओर चक्कर मारते हुए शुक्र के एक पूरे चक्कर की अवधि को तो हम जानते ही हैं। इस ग्रहके हमारी पृथ्वी की ओर आने और दूर भागने की गति के वेग को हम वर्णपट्ट दर्शक की मदद से आँक सकते हैं और इस जानकारी को लेकर एक मामूली-सी जोड़ बाकी की क्रिया द्वारा हम इस ग्रह की कक्षा की परिधि को मीलों या किलोमीटरों में जान सकते हैं। इसी प्रकार सौर-परिवार के अन्य ग्रहों के मानों को भी हम प्राप्त कर सकते हैं। बहुत यों पढ़िले जे. एवरशेड ने इसी तरीके से सूर्य के लम्बन का मान हासिल किया था। तत्कालीन खगोल-शास्त्रियों ने इसे

अपर्याप्त या बहुत ही थोड़ा करार दे दिया था। स्पेंसर जोन्स ने ईरोस ग्रह के वेधों द्वारा, जिनका वर्णन हम पाँचवें परिच्छेद में कर चुके हैं, हाल में इस लम्बन का जो मान निकाला है, एवरशेड का उक्त मान उससे कितनी साम्यता रखता है ?

सूर्य अपनी धुरी पर अपने ही चारों ओर जो चक्कर मार रहा है, उसके समय की अवधि भी हमें मालूम है। सूर्य की आग्ने-सामने की पालियों की मध्य-रेखा के बिन्दुओं के एक ओर आने एवं वहाँ से दूर हटने के वेगों को नापा जा सकता है। इन नापों के द्वारा सूर्य की परिधि का मान तुरन्त जान लिया जा सकता है। क्योंकि जनवरी महीने में पृथ्वी सूर्य के अधिकतम नजदीक रहती है और जुलाई महीने में अधिकतम दूर ; इसलिये यह निष्कर्ष निकलता है कि वर्ष के पहिले आधे भाग में तो यह सूर्य से दूर भागती रहती है (अप्रैल महीने में तो सर्वाधिक तेजी से) और दूसरे आधे भाग में सूर्य के प्रति इसका प्रेम मानो उमड़ पड़ता है और यह तब उसकी ओर आवुर-सी बौड़ने लगती है। अक्टूबर महीने में तो यह अधिक तेजी से छलांगें भरने लगती है, जब कि इसका अनुराग मानों पराकाष्ठा पर पहुँच गया होता है। पृथ्वी के अपनी धुरी पर घूमने के कारण उम पर रहने वाला कोई भी दर्शक उगते हुए सूर्य की ओर सम्मुख जाता-सा एवं क्षिपते हुए सूर्य से विमुख जाता-सा दिखता है। वर्णपट दर्शक की सहायता से यह सभी बातें पक्की और नापी जा सकती हैं। यह तो सच है कि सूर्य से

तारों के भ्रमण-शील मुण्ड और होपलर का सिद्धान्त १७३

सम्यन्धित पृथ्वी की इन चालों के द्वारा वर्णपट की रेखाओं का हटाव बहुत ही सूक्ष्म होता है और इसलिये यह वर्णपट बिल्कुल सही मान तो नहीं दे सकता ; परन्तु जहाँ तक इसकी सामर्थ्य है, यह दूसरे साधनों से प्राप्त निष्कर्षों की जाँच कर उन्हें पुष्ट तो कर ही देता है ।

इसके पहिले कि हम इस विवेचना को सार्वभौम करें, हमें रेखा-चित्र २७ में दिए गये तारों की एक गलती स्वीकार करनी है और उसे दुरुस्त भी करना है । यह तो एक सत्य है कि प्रकाश की चाल की अपेक्षा ध्वनि बहुत ही धीमी चाल से चलती है । इसलिये जिस क्षण हम किसी एक खास बिन्दु पर रेखा-चित्र २७ के हवाई जहाज को देखते हैं, उस क्षण तक उस बिन्दु से चली इसकी सीटी की आवाज हमारे पास पहुँची नहीं है—यह हमारी ओर भागी तो जरूर चली आ रही है । ठीक तो यही होगा कि उस जहाज को किसी एक बिन्दु पर देखने के बजाय उसकी सीटी की आवाज सुनकर ही हम उसकी स्थिति निर्धारित करें । मुण्ड बांधकर घूमने वाले तारों के विषय में तो हम अकेले द्रुतगामी प्रकाश की ही मदद लेकर उनके वेगों को जानने के लिये उनकी स्थितियाँ निर्दिष्ट करते हैं ; इसलिये यहाँ कोई गलती होने की सम्भावना नहीं रहती ।

द्विक् तारे

अब हम लगे हाथ द्विक् तारों The Binary stars से भी निबट लेना चाहते हैं । यहाँ पर यह लिख देना जरूरी है

कि यह तारे "जोड़े तारों" Double Stars से भिन्न हैं। प्रगट जय आ ही गया है, तो पहिले हम इन "जोड़े तारों" के विषय में ही दो शब्द-लिख देते हैं।

आकाश-भांग के अमंगल तारों में कुछ जोड़े ही तारे ऐसे हैं, जैसा कि हमारा सूर्य, जो अकेले ही घूमना पसन्द करते हैं। वास्तव में; तीन चौथाई से अधिक तारे तो एक या एक से भी अधिक तारों की साथ छेकर ही घूमना चाहते हैं। उनकी इस मिश्रता का आधार होता है उनका एक ही मुख्य-वर्णन-केन्द्र के चारों ओर घूमना। जोड़े बना कर या और भी बड़े गिरोह बाँधकर घूमने वाले तारों में एक बात आम तौर पर देखी जाती है; जो तारे आपस के विचाय की शक्ति के कारण बद्धरूप हो जाते हैं, वह अपनी कक्षाओं पर अपने ही चारों ओर घूमते रहने के साथ-साथ अपने मित्रों के चारों ओर भी शीघ्रता से घूमते रहते हैं। अपने इस शीघ्र वेग के कारण ही वह अपने बाहर की गैसों को अनन्त आकाश में चारों ओर बिखेरते चले हैं। ऐसा करते हुए वह अपने आपको इन गैसों के एक गोल या कोणाकार घेरे में धन्द कर लेते हैं।

सबसे पहिले ऐसा जो तारा देखा गया था, वह था मित्रा तारा The mizar जो सप्तर्षि मंडल के आकार की दुम पर है। यह एक गुणित तारा Multiple star है—अर्थात् इसके साथ एक से अधिक तारे हैं। इसके दो साथी तारों को तो हम नंगी आँखों से भी देख सकते हैं। नीले रङ्ग का दैत्याकार लुब्धक

तारों के भ्रमण-शील मुण्ड और डोपलर का सिद्धान्त १७५

तारा sirius या श्वान तारा Dog Star अपने साथ एक घने और सफेद बौने तारे को, जिसे “पिछा” The pup कहते हैं, लिए रहता है। यह “पिछा” तारा आकार में पृथ्वी से ज्यादा बड़ा नहीं है। इन जोड़े तारों में सबसे बड़ा तारा है “एप्सिलन औरीगा” Epsilon Aurigae जिसमें पीले रंग का एक अति वैद्य तारा है जो डील-डौल में सूर्य का २५० गुना मोटा ताजा है। उसके साथ ही उससे भी ज्यादा विशाल-काय एक तारा और भी है। जो ठण्डा और काले से रङ्ग का है; फिर भी उसका व्यास सूर्य के व्यास का ३०० गुना है। पोलरिस तारे Polaris में वास्तव में ३ तारे हैं। कैस्टर तारे castor में ६ तारे हैं।

तारों के यह जोड़े या अधिक बड़े वर्ग अनेक कारणों से बन जाते हैं। आज का माना हुआ सिद्धान्त तो यही कहता है कि अधिकांश जोड़े या गुणित तारे वन दण्डरों के सम्मिलित प्रभाव के कारण बने हैं जो इस विश्व की रचना की शुरुआत में बने गैसीय बादलों में लगातार उठते रहे थे।

अब हम यह बता देना चाहते हैं कि द्विक तारों और “जोड़े तारों” में परस्पर क्या भेद है। अगर एक “जोड़े तारे” को बनाने वाले दोनों ही साथी तारे एक दूसरे के चारों ओर अपनी-अपनी अलग भ्रमण-कक्षाओं पर घूमते देखे जावें तो उन दोनों को ही, एक सम्मिलित रूप में, एक द्विक तारा a binary star कहते हैं। जोड़े तारों में इस प्रकार की कोई कक्षा सम्बन्धी

गति नहीं देखी जाती ; इसलिये हो सकता है कि एक जोड़ा तारा दो ऐसे तारों का बना हो जो एक दूसरे से काफी दूर हों परन्तु दिखाई पड़ते हों विलुल पास-पास, महज इसी कारण कि वह दोनों हमारा दृष्टि की करीब-करीब एक ही रेखा में हैं।

अब हम द्विक् तारों की बात छोड़ते हैं।

किसी एक द्विक् तारे का पूरा चकर देख लेने के बाद उसकी आभासित कक्षा को खींचा जा सकता है। आरम्भ में एक बार हम मान लेते हैं कि उस जोड़े का अधिक चमकीला तारा ठो स्थिर है और दूसरा मन्द प्रकार का वाला उसका दोस्त तारा मानें उसकी सेवा-सुग्रीव में तत्पर चल-फिर रहा है। उनमें से कुछ तारों की भ्रमण-कक्षाएँ ठो अपने चौड़े कलेबर को हमारे सामने खोले हुए-सी हैं। दूसरे शब्दों में हम कह सकते हैं कि हमारी दृष्टि की रेखा इस कक्षा की सज्ज पर एक लम्ब-सा (Perpendicular) घनाती हुई पड़ती है। दूसरे कुछ द्विक्-तारों की कक्षाएँ जरा लजीली हैं। वह सिर्फ अपने किनारों को ही हमें देखने देती हैं अर्थात् हमारी दृष्टि-रेखा इन कक्षाओं की करीब-करीब मतलब में ही है। इस हालत में वर्णपटदर्शक यन्त्र अपने द्वारा फँके गये वर्णपट की रेखाओं के हटाय से इस साथी तारे की गति के प्रति सेकन्ड मीलों अथवा किलोमीटरों में वेग को बता देता है—न केवल यही, अपितु उस ज्यादा चमकीले दूसरे तारे के वेग को भी बता देता है। क्योंकि यह चमकीला तारा बज्रन पर्व आकार में अपने साथी से भारी-भरकम पड़ता है,

इसलिए यह अपने हलके-फुलके साथी की तरह इतनी तेजी से तो नहीं घूमता, फिर भी घूमता तो है जरूर ; ठीक ऐसे ही, जैसे कि हमारी पृथ्वी चन्द्रमा से ८० गुना ज्यादा भारी होने पर भी उसके आकर्षण के बराबर एक छोटी कक्षा में घूमती है ।

एक द्विक्-तारे के पूरे एक घंटर का समय हम जानते हैं और उसका वेग भी । इस प्रकार हम उसकी कक्षा का वास्तविक व्यास गणना द्वारा प्राप्त कर सकते हैं, ठीक उसी प्रकार जैसे कि हमने ऐसी ही जानकारी के आधार पर शुक्र तारे की कक्षा के व्यास का ज्ञान हासिल किया था । इस द्विक् तारे को बनाने, वाले दोनों ही मित्र तारों पर यह प्रक्रिया की जा सकती है और इसलिए एक ही गुरुत्वाकर्षण-केन्द्र के चारों ओर घूमते हुए इन दोनों तारों की सही कक्षाओं को हम जान सकते हैं । यह जानकारी हमें और आगे बढ़ाकर इन दोनों ही तारों की द्रव्य-मात्रा (Mass) का आपसी अनुपात भी बता देती है । प्रक्रिया ठीक वही है, जो हमने चन्द्रमा और पृथ्वी की द्रव्य-मात्रा के अनुपात निकालने में काम में ली थी ।

यही नहीं, बड़ी आसानी से इस द्विक्-तारे की हमसे दूरी आँकी जा सकती है । यह बात हमारे मौजूदा दृष्टिकोण से बड़ी ही महत्व की है । पिछले परिच्छेदों में ऐसी प्रक्रियाएँ हम कई-बार कर चुके हैं । वेधों द्वारा हम इसकी भ्रमण-कक्षा के कोणीय व्यास को तो जान ही जाते हैं और इस कक्षा के व्यास को हम मीलें अथवा किलोमीटरों में जान लेते हैं । इन दोनों ही सूत्रों

को पकड़ कर हम गुरुन ही इस द्वि-तारे की दूरी निर्धारण सकते हैं।

सदाहरण के लिए, हम मान लेते हैं कि इस द्वि-की कक्षा का कोणीय व्यास $1''$ विकला है और वास्तविक व्यास 100 सगोलीय इकाइयाँ हैं। हम पहिले ही बता चुके हैं कि कोई एक पक्ष अपने वास्तविक व्यास से $206,265$ गुनी दूरी से देखा जाने पर $1''$ विकला कोणीय व्यास दिखाती है। इसलिए इस सदाहरण के द्वि- तारे की दूरी हमके सही या वास्तविक व्यास की $\frac{100}{206,265}$ गुनी है; अर्थात् यह $\frac{100}{206,265} \times 100 = 48,481,00$ सगोलीय इकाइयाँ हैं। इस दूरी को ही लम्बन में भी प्रकट कर सकते हैं; तब हम कहेंगे कि इस द्वि- का लम्बन 0.05 है, अर्थात् एक विकला का धीसवाँ भाग।

अब यह तो स्पष्ट हो गया होगा कि इस दूरी के ज्ञान को प्राप्त करने के लिए हमने परोक्ष या प्रत्यक्ष रूप से लम्बन की मापों का यित्कुल सहारा नहीं लिया है। यदि हम किसी एक भी तारे के लम्बन का नाप न लेते तो भी औसत आकार के किसी भी एक द्वि- तारे की दूरी ऊपर दी गई प्रक्रिया द्वारा पा सकते थे। इसलिए भ्रमणशील तारा-पुच्छों की तरह ही जो कुछ थोड़े से द्वि- तारे अब तक हमें मालूम हो सके हैं, वह लम्बन की प्रक्रिया पर एक जाँच समिति का सा काम देते हैं। यह जानकर सन्तोष होता है कि इन दोनों ही प्रक्रियाओं द्वारा प्राप्त निष्कर्ष, तुलना करने पर, एक दूसरे से हज़ह मिल जाते हैं।

तारों के भ्रमण-शील मुण्ड और डोपलर का सिद्धान्त १७६

अब तक हम जिन द्विक् तारों का जिक्र करते आये हैं, उनको बनाने वाले प्रत्येक तारे को हम दूरबीन से एक दूसरे से अलग भी देख सकते हैं। परन्तु इन तारों की एक बहुत बड़ी संख्या ऐसी है, जिनमें यह दोनों तारे एक दूसरे के इतने नजदीक हैं कि बड़ी-से-बड़ी शक्तिशाली दूरबीन से देखने पर भी यह एक दूसरे से अलग नहीं देखे जा सकते। उनकी सही कहानी तो वर्णपट-दर्शक यन्त्र ही कहता है, जो आकाशीय शोध में एक बहुत ही शक्तिशाली और महत्वपूर्ण साधन है। कहानी कहने का इसका सिर्फ एक ही तरीका है—वर्णपट की रेखाओं का हटाय ही बताता है कि हमारी दृष्टि की सीधी रेखा में ही उस दूर-पिण्ड की गति हो रही है। कुछ तारों के वर्णपटों में तो यह रेखाएँ एक दूसरी की विरुद्ध दिशाओं में, एक के बाद एक हटी हुई, दिखती हैं। इनके हटावों के समय की अवधियाँ नियमित रहती हैं। कई तारे ऐसे हैं, जिनके दो भिन्न-भिन्न वर्णपट देखे जाते हैं। प्रायः यह दो भिन्न किस्मों के होते हैं। कभी-कभी यह एक दूसरे में मिले से रहते हैं, जब कि किन्हीं वर्णपटों में यह रेखाएँ दूनी देखी जाती हैं। परन्तु रेखाओं का यह एक दूसरी में मिल जाना या दूनी दिखाई पड़ना एक बँचे हुए नियम से ही होता है।

जब एक ही द्विक् तारे के दो वर्णपट भिन्न किस्मों के होते हैं, तो उनमें से एक वर्णपट में रेखाओं के दुगुनी होने के समय की अवधि में उसपर की रेखाएँ उसके लाल छोर की ओर हटी

रहती है, तो ठोक घमी अवधि में, यही रेखाएं दूसरे वर्णपट में उसी नीले छोर की ओर हटती रहती हैं। इस दुगुनी होने की थगड़ी काटावधि में यह क्रम उल्ट जाता है—प्रथम क्रिम के वर्णपट की रेखा जहाँ नीले छोर की ओर हटती रहती है, वहीं दूसरे वर्णपट की रेखाएं रहती हैं टाल छोर की ओर। यह फेर-बदल एक पूर्ण नियमितता के साथ होना रहता है।

इन हटावों का सिर्फ एक ही अंग है—इस द्विक् में दो तारे हैं, जो एक दूसरे के चारों ओर चकार मार रहे हैं।

जिन द्विकों के सिर्फ एक ही वर्णपट चलते हैं, उनके विषय में हम यही निष्कर्ष निकालते हैं कि इन द्विकों के जोड़ों में एक तारा तो बहुत चमकदार है और दूसरा है बहुत ही मन्द चमक का। इस दूसरे तारे की फीकी-मन्दी रोशनी को उसका ज्यादा प्रकाशवान मित्र दबा-सा लेता है।

प्रायः ऐसे ही द्विक् तारों की बहुतायत देखी जाती है, जो अपने वर्णपटों में इस प्रकार के हटावों या दुगुना होने के गुणों को ही ज्यादातर प्रकट करते हैं। यहाँ यह बात ध्यान में रखने की है कि इनकी भ्रमण कक्षाएँ हमारी दृष्टि रेखा के पथपर झुकी होकर कोई भी कोण बनाती हुई पाई जा सकती हैं—कुछ तो अपनी कक्षा की चारों ओर की चौड़ाई को हमारी ओर दिये रहते हैं; कुछ अपनी कक्षाओं को किनारों के चल हमारी दृष्टि की बिल्कुल सीध में खड़ी रखते हैं और बाकी दूसरे द्विक् हमारी

पर सभी सम्भव कोण बनाती हुई कक्षाएँ रखते हैं।

इनमें से हम सिर्फ उन्हीं द्विक् तारों की गतियों के, उनके वर्णपटों पर पड़े हुए, प्रभावों को देख सकते हैं जिनकी भ्रमण-कक्षाएँ हमारी दृष्टि की उन तक गई हुई सीधी रेखाओं पर अपेक्षाकृत लघुकोण (Acute Angles) बनाती हों। इसलिए यह अनुमान लगाना अनुचित न होगा कि इन तारों की एक बहुत बड़ी संख्या इसी जाति की है। इनको हम वर्णपटीय द्विक् तारे कह सकते हैं।

साधारणतः इन वेधों से हम विशेष लाभ नहीं उठा पाते, क्योंकि वर्णपट की रेखाओं के इष्टाव से हम इनके जो वेग निर्धारित करते हैं, हो सकता है कि, वह शायद उनके वास्तविक कक्षीय वेगों के कोई एक अंशमात्र ही हों। हमारी दृष्टि-रेखाओं पर उनकी भ्रमण-कक्षाओं की सतहें कितने अंशों का कोण बनाती हुई खड़ी हैं, यह हम अभी तक नहीं जान पाये हैं।

जो कुछ हो, कुछ द्विक् तो ऐसे हैं ही जिनकी कक्षाएँ करीब-करीब किनारों के बल ऊपर की ओर खड़ी हुई हैं; ऐसे किसी एक द्विक् को धनाने वाले तारों में से एक तारा अपने प्रत्येक निजी भ्रमण काल में हमारे और अपने दूसरे साथी तारे के बीच होकर निकलता है। यदि हम यह भी मान लें कि यह दोनों ही मित्र तारे ठीक एक-सी दीप्ति एवं डीलडोल के हैं, तो भी उनकी रोशनी को हम तक पहुँच पाने में काफी फेर-बदल करनी पड़ती है। यदि दोनों ही तारे अपनी कक्षाओं की पूरी परिधियों को हमारी ओर किए हुए हों तो हम उन दोनों के ही प्रकाशों को पा सकेंगे; परन्तु जब इनमें का कोई एक तारा

दूसरे के ठीक आगे (हमारी तरफ) आ जाय तो हम, उस समय तक जब तक वह उसके आगे रहेगा, सिर्फ एक ही तारे का प्रकाश पाते रहेंगे। जब इनमें का एक तारा, जो ढीलडोढ में दूसरे के बिल्कुल बराबर या उससे कुछ बड़ा भी हो परन्तु साथ ही अपने मित्र की अपेक्षा प्रकाश में मन्द हो, उस दूसरे तारे के आगे आ जाय, तो इस द्विक् की जो सम्मिलित रोशनी हमें मिलती रही थी, उसमें बहुत ज्यादा कमी आ जावेगी जब वही ज्यादा चमकीला तारा अपने मन्द प्रकाश के मित्र के आगे आवेगा, तो हम तक पहुँचने वाली इस द्विक् की रोशनी में बहुत ही थोड़ी कमी आवेगी। इस किस्म के तारों का वर्णन हम अगले परिच्छेद में भी करेंगे।

अपने साथी तारों को ढँकने वाले इनद्विकों की घटती बढ़ती रहने वाली चमक ने ही सर्व प्रथम खगोलज्ञों का ध्यान इनकी ओर खींचा था। इनके प्रकाश की घटा-बढ़ी का रहस्य भी वर्णपट द्राक् ने अथ खोल कर रख दिया है। यहाँ पर ध्यान देने योग्य सिर्फ एक ही महत्वपूर्ण बात है और यह यह कि क्योंकि इन तारों में यह जो एक दूसरे को कुछ समय के लिए ढँक लेने की आदत पाई जाती है इस लिए हम निःसन्देह वह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि इनकी कक्षाएँ अपनी परिधिओं के छिनारों पर ऊपर की ओर लट्ठी हैं या करीब-करीब ऐसी हैं; यद् भी कि टोपलर के मिट्टान्त के अनुसार इनकी गतियों के जो वेग हम निकालते हैं वह ठीक वही है जिन वेगों से इनके

तारों के भ्रमण-शील मुण्ड और होपलर का सिद्धान्त १८३

अङ्गभूत तारे अपनी-अपनी अलग कक्षाओं पर दौड़ते रहते हैं। इस निष्कर्ष ने प्रकाश-वक्रताओं light-curves (इनका वर्णन हम आगे ऐसा चित्र २८ में करेंगे) के अध्ययन के साथ मिल कर नाक्षत्रिकों को इन द्विजों के बारे में और भी कई आश्चर्यजनक जानकारियाँ दी हैं : द्विज बनाने वाले किन्हीं दो तारों के केन्द्र एक दूसरे से कितनी मील या किलोमीटर दूर हैं ; इन दोनों साथी तारों की संयुक्त द्रव्य-मात्रा combined mass कितनी है ; इनमें से प्रत्येक का व्यास कितना है ; हमारी दृष्टि-रेखा पर इनकी कक्षाओं की सतहें कितनी झुकी हुई हैं ; इत्यादि। द्विजों के तारों के आकार भी पकड़े जा चुके हैं। कई तारे तो अण्डाकार देखे गये हैं न कि गोल। इतनी सारी जानकारी, और वह भी बावजूद इस बात के कि द्विज तारे बड़ी से बड़ी दूरबीन द्वारा देखे जाने पर भी प्रकारा के सिर्फ बिन्दु से दिखाई पड़ते हैं ! सरय ही, वर्णपट दर्शक एक गजब की चीज है।

किसी एक द्विज के अंगभूत तारों के बीच की दूरी को अबतक हम कोणीय माप के रूप में न जान सके अबतक इस द्विज की दूरी को हम प्रक्रिया द्वारा नहीं जान सकते जिसका उपयोग हम हम द्विजों के विषयमें करते हैं जिनके दोनों तारे दूरबीन से देखे जाने पर अलग-अलग शब्द दिखते हैं। परन्तु खगोलज्ञों के पास एक दूसरी प्रक्रिया और भी है जो इस जगह काम देती है। वह है एड्रिन द्वारा आविष्कृत द्रव्य-मात्रा-दीप्ति का सम्बन्ध

(mass-luminosity relationship)। अनेक प्रयोगों के बाद एडिन्गटन को मायूम हुआ कि सभी तारे, जो एक शास द्रव्य-मात्रा के हैं, एक ही तरह की आन्तरिक दीप्ति intrinsic luminosity भी रसते हैं; यह भी कि द्रव्य-मात्रा एवं आन्तरिक दीप्ति के बीच एक सीधा सा सम्बन्ध है जिसे संख्या में प्रकट किया जा सकता है। सभी तारों पर यह सम्बन्ध एक समान लागू होता है। जिन द्विकों की दूरियाँ नाप कर जानी जा चुकी थीं उनके ही अध्ययनों पर द्रव्य-मात्रा और आन्तरिक दीप्ति का यह सम्बन्ध कायम किया गया था। इसलिए वह नहीं कह सकते कि इस सिद्धान्त को बनाने में लम्बन-मापों का कोई हाथ नहीं। जो कुछ हो, इस सिद्धान्त की मदद से हम उन द्विक् तारों की आन्तरिक दीप्तियाँ और दूरियाँ जान सकेंगे जिनके अज्ञात तारे एक दूसरे को समय-समय पर ढँकते रहते हैं; पाहे स्वयं द्विक् तारे लम्बन की नाप की पहुँच से कितने ही परे हों। अगले परिच्छेद में हम इस प्रकार की कोशिश करेंगे।

सातवाँ परिच्छेद

तारोंकी दूरियों को जाननेकेकुछपरोक्षसाधन

कुछ ऐसे तरीके हैं जो तारों की दूरियों को नापने और जानने में हमारी कोई प्रत्यक्ष मदद तो नहीं करते फिर भी चलते-चलाते इस काम में कुछ हाथ तो घंटा ही लेते हैं। इन सब तरीकों में एक आधारभूत समानता है और यत यह कि जिन तारों के लम्बनों को नाप कर हम उनकी दूरियों को जान चुके हैं उन सबके एक ही रूप के कुछ पहलुओं को पकड़ कर यह सब तरीके चलते हैं। ज्योंही हमारे पास कुछ विश्वसनीय लम्बनों की एक समुचित संख्या हो गई, हमने इस तरह के पहलुओं की खोज भी शुरू कर दी। एक कल्पित उदाहरण के द्वारा इस बात को हम बड़ी आसानी से समझ सकेंगे। मान लीजिए कि कुछ तारों की दूरियाँ हम जान चुके हैं। हम यह भी जान चुके हैं कि इन तारों की हमें दिखाई पड़ने वाली चमकें उनकी दूरियों के वर्ग के विपरीत अनुपात में घटती बढ़ती रहती हैं। इसलिये कोई एक तारा जो हमारे किसी तारे की अपेक्षा हमसे दुगुनी दूरी पर है, उस दूसरे तारे की चमक से सिर्फ एक चौथाई चमक ही देगा। वही तारा उस दूसरे तारे से यदि तिगुनी दूरी पर हो तो हमें वह उस दूसरे तारे की चमक की

में कुछ एक ही से खास निश्चित गुण पाये जाते हैं वह सब, कुछ सीमाओं तक, एक जैसा ही आन्तरिक प्रकाश भी रखते हैं। यह तो हम पहिले ही स्पष्ट कर आये हैं कि जब हम किसी भी एक तारे की रोशनी को वर्णपटदर्शक के द्वारा एक सतरङ्गी पट्टी में फैलाकर उस रोशनी की भिन्न-भिन्न फड़कनों को देखते हैं, तो हम एक ही नजर में देख लेते हैं कि उस गुण्ड में कुछ फड़कनें गायब हैं। सूर्य की रोशनी के वर्णपट में जो फड़कनें गायब-सी पाई जाती हैं, उनकी संख्या तो गिनने पर हजारों तक जा पहुँचती है। अपनी जगह वह कुछ निशान से अवश्य छोड़ जाती हैं और वह निशान हैं उसके वर्णपट की पट्टी को पार करती हुई काली-काली रेखायें। इनमें की कुछ रेखायें तो बहुत ही काली एवं प्रमुख रहती हैं। कुछ दूसरी हलका काला रंग लिये रहती हैं जो कहीं-कहीं तो एक जगह एक गिरोह-सा बाँधे रहती हैं, तो अन्यत्र वह कुछ दूर-दूर छिटकी-सी रहती हैं। यह रेखायें कई भिन्न-भिन्न तत्वों का प्रतिनिधित्व करती हैं। ये तत्व हैं हाइड्रोजन हीलियम, सोडा मैग्नीसियम इत्यादि। हाइड्रोजन का प्रतिनिधित्व करने वाली काली रेखाओं की एक माला-सी होती है जो इस वर्णपट के पराकासनी ultra-violet छोर की ओर तो आपस में खूब सटी हुई सी रहती है और उसके लाल छिनारे की ओर अलग-अलग बिखरती हुई-सी। कैल्सियम हमारी पृथ्वी पर के खनिजों, प्लूने और चाक, का प्रधान तत्व है। सूर्य के वर्णपट में इसका प्रतिनिधित्व करती है

धातुओं के ओक्साइडों की तरह के मिश्र तत्व अपेक्षाकृत नीचे तापमान पर ही रह सकते हैं।

अधिकांश मनुष्य, जिनको इस विषय के अध्ययन का कभी कोई अवसर नहीं मिला, यह धारणा बनाये रखते हैं कि सूर्य सिर्फ इसीलिए ही गर्म है क्योंकि वह जलता है। यदि कोई भौतिक वैज्ञानिक इनको यह बतलावे कि सूर्य इतना अधिक गर्म है कि वह जल नहीं सकता, तो यह सुनकर इन मनुष्यों को बहुत ही आश्चर्य होगा और शायद यह इस बात पर विश्वास भी न करें। परन्तु सत्य वास्तव में यही है। जब कोई चीज जलती है, तो वह जलकर अन्त में ऐसे मिश्र तत्व बनाती है जो हाइड्रोजन और कार्बन को ऑक्सीजन तत्व के साथ मिलाने से बनते हैं। जब फोयले की गैस जलती है तो इसकी हाइड्रोजन वायु के ऑक्सीजन में मिलकर हाइड्रोजन की ओक्साइड या, साफ शब्दों में, हमारे पीने का पानी बनाती है। इस हाइड्रोजन ओक्साइड या पानी की प्रत्येक इकाई molecule में हाइड्रोजन के दो परमाणु और ऑक्सीजन का एक परमाणु होता है। रासायनिकों की सूत्रीय भाषा में यह "हा, ओ" H_2O है। फोक (जो ज्यादातर कार्बन ही है) जब जलाया जाता है, तो ऑक्सीजन के साथ मिल कर कार्बन डाइऑक्साइड carbon dioxide (CO_2) बनाता है, जिसकी प्रत्येक इकाई में कार्बन का एक परमाणु और ऑक्सीजन के दो परमाणु रहते हैं। इस प्रकार बने इन दोनों ही मिश्र तत्वों को यदि हम काफी ऊँचे

तापमान तक सूख गर्म करें तो इनको बनाने वाले परमाणु संघट्ट होकर एक दूसरे का साथ छोड़ देते हैं और फिर लौटकर अपने अपने तत्वों के अलग-अलग शुद्ध परमाणु बन जाते हैं। पानी की मिश्रित इकाई तो टूटकर हाइड्रोजन और ऑक्सीजन के एवं कार्बन हायोक्साइड की इकाई कार्बन और ऑक्सीजन के अलग-अलग परमाणुओं में बदल जाती है। दूसरे रासायनिक मिश्र तत्वों पर भी यही बात लागू होती है। सूर्य का तापमान प्रायः सभी रासायनिक मिश्र तत्वों के “विच्छेद तापमान” (dissociation temperature (जिस तापमान पर यह मिश्र तत्व टूटकर अपने मूल रूपों में बदल जाते हैं) से काफी ऊंचा है। इस कारण सूर्य के पिण्ड में इन तत्वों की एक दूसरे के साथ मिलकर मिश्र तत्व बनाने की कुसंत ही नहीं मिलती। इसीलिये कहा जाता है कि सूर्य इतना ज्यादा गर्म है कि यह जल नहीं सकता।

अब हम अपने प्रस्तुत विषय की ओर लौटते हैं। जिन तारों की दूरियों एवं उनकी दिखाई पड़ने वाली चमकें जानी जा चुकी हैं, उनके वर्णपटों के गहरे अध्ययन से मादम हुआ है कि उनकी आन्तरिक दीप्तियों एवं उनके वर्णपटों की कुछ रेखाओं की गहराइयों के आपसी अनुपातों के बीच एक निश्चित सम्बन्ध है। यह बात तो आसानी से समझ में आ जावेगी कि यदि हम कुछ तारों की दिखाई पड़नेवाली दीप्तियाँ अथवा उनकी कान्ति magnitude और साथ ही उनकी दूरियाँ भी जान पावें तो

तारों की दूरियों को जानने के कुछ परोक्ष साधन १६१

उनकी मदद से हम उनकी (तारों की) आन्तरिक दीप्तियाँ intrinsic brightnesses भी हिसाब लगाकर निकाल सकेंगे। खगोल विज्ञान में इन आन्तरिक दीप्तियों को उन तारों की पूर्ण कान्तियाँ absolute magnitudes भी कहते हैं। किसी एक तारे की पूर्ण कान्ति की खगोलीय परिभाषा है वह कान्ति (दिखाई पड़ने वाली चमक) जो उस तारे को १० पार्सेकों की दूरी से देखने पर मालूम होती है। पार्सेक, जैसा कि हम पाँचवें परिच्छेद में बता चुके हैं, खगोलीय दूरी नापने की एक इकाई है जो १ थिन्कला लम्बन के किसी भी पिण्ड की दूरी के बराबर है। यह तो स्पष्ट है कि जो तारा हमसे ५ पार्सेक दूर है और वहाँ रहकर जो चमक देता है, यदि वही तारा १० पार्सेकों की दूरी पर चला जाय तो वहाँ रहकर उसकी जो चमक होगी वह उस ५ पार्सेक दूरी की चमक का सिर्फ चौथा हिस्सा ही होगी। क्योंकि किसी भी तारे की दिखाई पड़नेवाली चमक उसकी दूरी के वर्ग के उलटे अनुपात में होती है, इसलिये अदृग्गणित की साधारण प्रक्रियाओं द्वारा ही यह जाना जा सकता है कि यदि कुछ तारे १० पार्सेक दूर हों तो वहाँ से वह कितने चमकीले दिखाई देंगे।

प्रायः देखा यह जाता है कि कुछ तारों के, जिनकी एक समान पूर्ण कान्तियाँ हैं, वर्णपटों में इन सूचक (tell-tale) रेखाओं की गहराइयाँ एक से ही निर्दिष्ट अनुपात या समानुपात की होती हैं। उदाहरण के लिये इनमें की कुछ

रेखायें दूसरी कुछ रेखाओं से दूनी गहरी या काली होती हैं। दूसरे किस्म के सभी तारों के, जिनकी पूर्ण कान्तियाँ भी पहिले वर्ग से भिन्न प्रकार की परन्तु आपस में एक ही ममान होती हैं, वर्णपटों में इन रेखाओं की गहराइयों का अनुपात भी निश्चिन्त होता है। उन वर्णपटों में पहिले वर्ग के उदाहरण में वर्णित वही रेखा दूसरे की अपेक्षा तिगुनी गहरी या काली होती है। इस प्रकार हम देखते हैं कि तारों के कई वर्ग हैं और प्रत्येक वर्ग में समरूपता के बहुत कुछ अंश रहते हैं। यद्यपि उस बात की जानकारी पाना इतना सीधा तो नहीं है जितना हम इस परिच्छेद के प्रथम अध्याय *paragraphs* में अनुमान कर आये हैं, परन्तु ज्यादा कठिन भी नहीं है। उस जानकारी को पाने के लिये हमें सिर्फ यही करना होगा कि जो तारे हमसे इतने ज्यादा दूर हों कि हम उनके लम्बनों को नाप नहीं सकें तो पहले हम उन तारों के वर्णपटों के फोटोचित्र लें। फिर उन वर्णपटों की रेखाओं के अनुपातों को नापें और बाद में नापें उनकी दिखाई पड़ने वाली चमक या कान्ति को। उन रेखाओं की गहराइयों के अनुपात ही हमें बता देंगे कि १० पार्सेकों के दूरी से देखे जाने पर यह तारे अनुक चमक या कान्ति दिखाई देंगे। इस पिल्लली जानकारी एवं उन तारों की वेग-प्रकाश कान्तियों के चल पर हम उनकी दूरियों जान सकेंगे।

स्मगोलज्ञों की यह आदत-सी पड़ गई है कि तारों की दूरियों को यह लम्बनों में ही प्रकट करना पसन्द करते हैं। चाहे उनके

लम्बन न तो नापे ही गये हों या न नापे ही जा सके हों। इस प्रकार वर्णपटों की रेखाओं की गहराइयों के अनुपात पर जिन लम्बनों का अनुमान लगाया जाता है, उनको वर्णपटीय लम्बन कहते हैं। एकदम अपने आप में नापे जाकर जिन लम्बनों का ज्ञान प्राप्त किया जाता है, उनको त्रिकोणमितिक लम्बन कहते हैं। बिना किसी भी विशेषण के जब कोरे लम्बन शब्द का ही उपयोग किया जाता है तो उससे इस पिछली क्रिम के लम्बन का ही बोध होता है। तारों की दूरियों नापने का दूसरा एक बहुत ही महत्वपूर्ण परोक्ष तरीका और भी है। एक खास क्रिम के तारे हैं, जिन्हें घटने बढ़ने वाले सेफीड cepheid variables कहते हैं। उन तारों में अपनी एक अलग ही समरूपता होती है। तारों की दूरियों नापने का यह दूसरा तरीका उन्हीं पर आधारित है। बहुत से तारे एक ही स्थिर प्रकार से चमकते रहते हैं। कुछ ऐसे भी हैं और उनकी संख्या भी काफी बड़ी है, जिनका प्रकारा घटता-बढ़ता रहता है। बहुत लम्बे अर्से से उन्होंने ज्योतिषियों का ध्यान अपनी ओर खींच रखा है। बड़ी सावधानी से वर्षोंपर्यन्त उनका अध्ययन किया जाकर उनके घटावों और बढ़ावों की मिला-मिला कई चिह्नों जानी जा चुकी है। छठे परिच्छेद में हम उनकी ऐसी ही एक जाति, अपने साथी तारे को ढँकने वाले द्विक्, का उल्लेख कर आये हैं। उस द्विक् को बनाने वाले दो तारों में प्रत्येक तारा एक दूसरे के चारों ओर एक ऐसी कक्षा पर घूमता रहता है जो पृथ्वी से

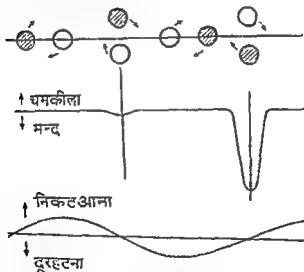
देखी जाने पर देखने वाले की दृष्टि की विलकुल सीध में ऊपर की ओर अपनी परिधि के किनारों पर खड़ी है। इस कारण ही उस द्विक् का प्रत्येक तारा घूमता हुआ समय-समय पर अपने दूसरे साथी के आगे (हमारी पृथ्वी की ओर) आ जाता है। यदि उन दोनों साथियों में कोई एक तारा दूसरे की अपेक्षा ज्यादा चमकदार होता है तो उसका प्रकाश उस वस्तु बहुत ही मन्द हो जाता है, जब उसका साथी मन्द तारा उसके आगे आ पड़ता है। जब वही ज्यादा चमकीला तारा अपने मन्द साथी के आगे आता है तब उस द्विक् के प्रकाश में कमी तो जरूर आती है, परन्तु होती है वह बहुत ही कम।

दूसरे किस्म के घटा-बढ़ी के तारों का यथाव अनियमित-सा रहता है। न तो उनके महत्तम प्रकाश के समयों के मध्यान्तर Intervals और न एक दूसरी के बाद आनेवाली उनके महत्तम प्रकाश की अवधियाँ ही बराबर होती हैं। उनकी एक अलग ही कीम है जिसको “अनियमित घट-बढ़ के तारे” यह नाम दिया गया है।

जिस किस्म के तारों को अभी हम अपने अध्ययन का विषय बनाये हुए हैं (घटने बढ़ने वाले सेफीड तारे) वह अपने प्रकाश की ऐसी घटा-बढ़ी पेश करते हैं जो एक विलकुल निर्दिष्ट समय के फर्क से होती रहती हैं। उनकी घटा-बढ़ी की राशि भी हमेशा निश्चित और स्थिर रहती है। वर्णपट दर्शक की मदद से ही हम उनको उन तारों से पृथक् कर सकते हैं जिनको हम

ने एक दूसरेको समय-समय पर टकने वाले घट-घट्ट के तारे eclipsing variables कहाँ है। इस बात को जरा धीरे स्पष्ट करना है।

छोटे परिच्छेद में यह समझाया गया है कि किस प्रकार किसी एक तारे का हमारी दृष्टि रेखा पर वेग उसके वर्णपट की रेखाओं के सूक्ष्म मुड़ाव या हटाव को नाप कर जाना जा



रेखाचित्र २८

सकता है। हमको अब देखना यह है कि एक दूसरे को टकने वाले दो तारों के द्विक् पर यह नियम कैसा काम करता है।

रेखाचित्र २८ में उन दोनों मित्र तारों की स्थितियाँ दिखाई गई हैं। इनमें प्रत्येक में एक तारे को थोड़ा घारीदार इसलिए बनाया गया है जिससे यह जाहिर हो कि यह धुँधला या मन्द प्रकार का तारा है। इसके नीचे फिर एक दूसरा रेखाचित्र दिया गया है, जो दृष्टि-रेखा पर उसके वेग का घटाव-बढ़ाव बताता है। यहाँ पर यह बता देना जरूरी है कि जब एक तारा अपने साथी की अपेक्षा ज्यादा प्रकाशमान है तो उस हालत में उस ज्यादा चमकीले तारे का ही वर्णपट दिखाई पड़ेगा, दूसरे धुँधले तारे को तो वह रेंक ही लेगा। इस प्रकार स्पष्ट है कि दृष्टि-रेखा पर घटा-बढ़ी का यह वेग उस ज्यादा चमकीले तारे का ही है।

यहाँ पर ध्यान देने की बात यही है कि अल्पतम प्रकार के समयों में दृष्टि-रेखा पर के वेग की राशि शून्य ही होगी। जिस समय यह प्रकाश अपने महत्तम पर होगा, मध्य के उन समयों में, वह वेग भी अपनी महत्तम राशि पर होगा। यह महत्तम वेग अदल-बदल कर एक बार तो उस तारे के हमारी ओर आने का वेग होगा और फिर दूसरी बार होगा उसके हमसे दूर जाने का वेग।

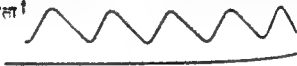
सेफस तारा-मण्डल (Constellation Cepheus) में एक मध्यम चमक का तारा है। उसे आल्फा सेफी (Alpha) कहते हैं। एक बड़े हुए नियम के अनुसार यह तारा सवा पाँच दिनों की अवधि से घटता-बढ़ता रहता है।

अपनी अल्पतम ज्योति की अवस्था में यह जितना चमकीला रहता है, महत्तम अवस्था में उससे तिगुना चमकीला हो जाता है। अठारहवीं शताब्दी के तीसरे चरण में गुडरिक (Goodricke) नामक एक अंगरेज ने सर्वप्रथम इसकी घटा-बढ़ी को पकड़ा था। किसी दूरबीन की सहायता के बिना भी कोरी नंगी आँखों से वह आसानी से देख पड़ता है और उसकी घट-बढ़ को भी हम बिना दूरबीन के देख सकते हैं। परन्तु उसके बिल्कुल पास ही थड़ी अच्छी चमक का दूसरा एक और तारा भी है जो प्रकारा में घटता-बढ़ता तो नहीं है, फिर भी नंगी आँखों से देखने पर उस आल्फा सेफी तारे में बिल्कुल मिला हुआ सा दिख पड़ता है। यदि हम एक मामूली दूरबीन (Binoculars) से उसको देखें तो वह दोनों ही तारे एक दूसरे से अलग-अलग देखे जा सकेंगे। लगातार दो-तीन दिनों तक देखने पर हम जान पावेंगे कि जहाँ आल्फा सेफी की प्रकाश-राशि में फर्क पड़ गया है, वहाँ वह दूसरा तारा ठीक उसी स्थिर प्रकाश से चमक रहा है। हम देखेंगे कि आल्फा सेफी कभी तो अपने दोस्त के प्रकारा के घराबरा प्रकाश से चमक रहा है और कभी उसकी अपेक्षा बहुत ही धुँपला हो चला है।

बहुत यों तक तो यही माना जाता रहा कि वह भी एक टँकने वाला द्विक तारा (Eclipsing Binary) ही है। परन्तु वर्णपट दर्शक यन्त्र ने उसकी कलाई खोल दी। इसने बता दिया कि उसके दृष्टि-रेखा-वेग के फेर-बदल उक्त धारणा से मेल नहीं

माते। रेखा-चित्र २३ को रेखा-चित्र २४ में बिना पर बाध बिन्दु न गल हो जायेगी।

जब वह लारे का कलाग अपनी मङ्गल उठेगी पर होता है
वह वलन कर लारा अपने पूर्णतम वेग से हमारी ओर भागा बना
घमकीता।



मन्द।

निकट आना।



दूर रहना

रेखा-चित्र २५

आता है, परन्तु जब उसका प्रकारा अल्पतम रहता है, उस समय वह अपने वसी पूर्णतम वेग से हमसे दूर भागा पठा जाता है। जब उसकी चमक इन दोनों अवस्थाओं के बीच की होती है, उस समय न तो वह हमारी ओर पठा ही आता है और न दूर ही भागता है। रेखा-चित्र २८ के सबसे ऊपर के चित्र की तरह दो तारों को एक दूसरे के चारों ओर घूमते हुए दिखाने वाली कोई आकृति खीचना उस तारे के विषय में असम्भव है। यदि ऐसा हो सकता तो दृष्टि-रेखा-वेग के इन चित्रों को समझने में सहायता मिलती।

इस प्रकार ज्योतिषियों के लिये वह तारा वर्षों तक एक पहेली बना रहा। यही नहीं, अब तक भी उसके अनोखे आचरण का कोई पूर्ण सन्तोषप्रद स्पष्टीकरण नहीं दिया जा सका है। इस विषय में आजकल यही सिद्धान्त पेश किया जाता है और यह सब के मन भाया हुआ भी है कि वह तारा न तो पूर्ण रूप से हमारी ओर आता और न हमसे दूर ही जाता है। बजाय इसके वह फैलता और सिकुड़ता रहता है, जिस प्रकार बच्चों के खेलने का गुन्बारा। जो दृष्टि-रेखा-वेग हमें दिखाई पड़ता है, वह उस तारे की उस सतह का है जो ठीक हमारी ओर है।

इस सिद्धान्त को मानने में एक दिक्कत है। जब वह तारा पूरी तौर पर सिकुड़ चुका होता है, तब उसका दृष्टि-रेखा-वेग स्पष्टतः ही शून्य होता है। अपने महत्तम आकार के समय हमारी धारणा के अनुसार उसे अपनी पूर्णतम दीप्ति पर होना चाहिए था, परन्तु ऐसा होता नहीं। जब वह आधा फूला होता है, ठीक उसी समय वह अपनी महत्तम चमक पर होता है। इसी तरह जब वह आधा सिकुड़ा रहता है तब उसकी चमक अल्पतम रहती है। अपने महत्तम आकार पर वह ठीक इतना ही चमकीला रहता है जितना अपने अल्पतम आकार पर। पाएँ जो हो, यह तो हमें मानना ही होगा कि उस तारे के इस अनोखे आचरण को अभी तक भी हम ठीक-ठीक समझ नहीं पाये हैं।

समय बीतने पर ठीक इसी प्रकार आचरण करने वाले और भी कई दूसरे तारे पाये गये। जिन तारों को हम नंगी आँखों से देख सकते हैं, उनमें भी करीब एक दर्जन तारे ऐसा ही आचरण करते देखे गये हैं। जो तारे इतने धुँधले हैं कि हम बिना दूरबीन की सहायता के उनको देख भी नहीं सकते, और उनकी संख्या काफी बड़ी है, उनमें भी ऐसे अनेक तारे हैं। उन सब को घटने-बढ़ने वाले सेफीड तारे कहते हैं। यह नाम उन्हें अपने इस सजातीय भाई आल्फा सेफी तारे की बदीलत मिला है, जिसे ज्योतिर्विदों ने उनमें सब से पहिले पकड़ा और अपने अध्ययन का विषय बनाया था।

एक अमेरिकन महिला ज्योतिर्विद् मिस लीविट ने घटाबड़ी के उन सेफीडों की महत्वपूर्ण समरूपताओं को पकड़ने की दिशा में पहिला कदम उठाया था। अनन्त आकार के दक्षिण भाग में धुँधले प्रकाश के दो चिथड़े से हैं। ऐसा लगता है मानो वह आकाश गंगा (Galaxy or the milky way) के ही दूटे हुए अलग हिस्से हैं। उनको क्रमशः बृहत् मगलीय और लघु मगलीय बादल या नीहारिका (Greater and lesser magellanic clouds) कहते हैं। पन्द्रहवीं शताब्दी में मैगेलन नामक एक नाविक ने ही सर्वप्रथम उनकी ओर लोगों का ध्यान खींचा था; इसलिए उन नीहारिकाओं के नाम भी उसी नाविक के नाम पर ही रख दिए गये थे। उनके दूसरे नाम क्रमशः बड़ा नुबेकुला और छोटा नुबेकुला (Nubecula Major and

nubecula minor) भी हैं। लघुमगलीय नीहारिका के तारों और दूसरे पिण्डों का मिस लीबिट ने काफी गहरा और विस्तृत अध्ययन किया। उन्होंने बतलाया कि उस नीहारिका में सभी सुपरिचित तारों के जाति माई मौजूद हैं, जिनमें घटा-बड़ी के सेकीड तारे भी एक बड़ी संख्या में हैं। यह एक ध्यान खींचने वाली बात है; क्योंकि यह नीहारिका एक छोटे कोणीय आकार की है, इसलिए हम यह निरवय पूर्वक कह सकते हैं कि उसके सभी पिण्ड हमसे प्रायः एक-सी ही दूरी पर हैं। यह दूरी तो हमें अज्ञात भी रह सकती है, परन्तु उस नीहारिका का प्रत्येक भाग, एक राक्षस के भीतर, हमसे है एक ही दूरी पर। इस पर हम यह परिणाम निकाल सकते हैं कि यदि उस नीहारिका के कोई दो तारे एक समान चमक के दिखाई पड़ें तो उनकी आन्तरिक दीप्तियाँ अवश्य ही बराबर की होंगी।

मिस लीबिट ने यह भी पता लगाया कि उन सेकीडों की घटा-बड़ी के समय के अन्तरों और उनकी दिखाई पड़ने वाली चमकों में एक सरल सम्बन्ध है; और इसी कारण उनकी घटा-बड़ी के समय के अन्तरों और उनकी आन्तरिक या पूर्णतम दीप्तियों में ऐसा ही एक सरल रिश्ता है, क्योंकि वह सभी हमसे प्रायः एक-सी दूरी पर ही हैं। इस सम्बन्ध को, सोंटे तौर पर, हम यों व्यक्त कर सकते हैं कि कोई भी तारा जितना ही ज्यादा चमकीला होगा, उतना ही लम्बा उसके घटवढ़ के समय का अन्तर भी होगा।

इस तथ्य का पूरा महार भी शीघ्र ही آشक किया गया।
 टेंगाचं के एक ज्योतिषिद् इन्तम्यद् ने कहा कि यदि हम यह
 मान लें कि तारे ही गटने बढ़ने वाले सेफीड तारे इस बात में
 समान विश्व-अद्यावत् में एक मरीचे गुणों वाले ही हैं (दूसरे
 शब्दों में, यदि हम यह मान लें कि लघुमगलीय नीहारिका के
 सेफीड तारे अनन्त में चारों ओर निवास करने वाले सभी
 सेफीड तारों के सही नमूने हैं) तो उनमें के प्रत्येक सेफीड की
 हमसे दूरी जानने का एक बहुत ही सुन्दर साधन हमें प्राप्त हो
 गया है। इस साधन को सर्वत्र काम में लाने के पहिले हमें
 उनमें के किसी एक तारे की दूरी जान लेनी होती है। यहाँ पर
 न भूल जाना चाहिए कि यद्यपि हम यह तो जानते हैं कि इस
 नीहारिका का प्रत्येक सेफीड हमसे एक-सी दूरी पर ही है, फिर
 भी वह दूरी कितनी है, यह हम अभी तक नहीं जान पाये हैं।

हमारी पृथ्वी पर जिन वस्तुओं से हम भलीभाँति परिचित
 हैं उनमें से किसी में भी इन सेफीड तारों के गुणों की ठीक
 झलक तो नहीं पाई जाती फिर भी बात को भलीभाँति समझ
 पाने के लिए ऐसी एक वस्तु की कल्पना हम किए लेते हैं। गैस
 की चिरागों तो हम सबकी ही देखी हुई हैं। यदि कुछ चिरागों
 के लकन बगैरह ठीक तरह बैठाने न गये हों तो जलते समय
 उनकी यह घुरी आदत सी हो जाती है कि बीच-बीच में एक
 नियमित एवं निर्दिष्ट समय के फर्क से उनकी लौएँ कमी तो ऊँची
 उठती और कभी मन्द पड़ जाती हैं। जिन छोटे देहाती रेखे

स्टेशनों के प्लेटफार्मों पर ऐसी वस्तुएँ लगी रहती हैं उनकी तो यह एक विशिष्ट आदत है। कुछ चिरागों की लौओं के घटबढ़ के समय के फर्क तो छोटे होते हैं (प्रति सेकन्ड दो या तीन उतार चढ़ाव)। कुछ उनसे ज्यादा काहिल होती हैं इसलिये उनकी इस आदत के समय के फर्क भी बड़े होते हैं। इसकी तो कोई सम्भावना नहीं मालूम होती कि उन चिरागों की प्रकाश-शक्ति और उनकी घटबढ़ के समय के फर्कों के बीच कोई एक नियमित रिश्ता हो, परन्तु हमारी कल्पना को पूरा रूप देने के लिए हम मान लेते हैं कि उन दोनों के बीच ऐसा एक रिश्ता है—अर्थात् चिराग जितनी ज्यादा प्रकाशमान होगी, उसकी रोशनी का घटाव-बढ़ाव उतना ही धीमा होगा।

यह तो हम बड़ी आसानी से समझ सकते हैं कि यदि ऐसा हो सकता—ऐसा रिश्ता कायम किया जा सकता—तो ऐसी एक चिराग की हमसे दूरी जानने का हमारे पास एक गढ़ागढ़ाया साधन तैयार मिलता। मान लीजिए हम एक रेलवे ट्रेन पकड़ने के लिए एक देहाती स्टेशन की ओर जल्दी-जल्दी बढ़े चले जा रहे हैं। स्टेशन की ओर से आते हुए एक आदमी ने पूछने पर हमें बताया है कि रेल गाड़ी “ज्यादा दूर” नहीं है—वह आ ही रही है। स्टेशन के प्लेटफार्म पर जो चिरागें जल रही हैं उनकी नाचती हुई लौएँ हमें दिखाई पड़ती हैं। जिस हिसाब से वह लौएँ घट-बढ़ रही हैं उसके द्वारा हम उन चिरागों की प्रकाश-शक्ति candle power आँक लेते हैं। वह चिरागें कितनी

उनका हटाव बहुत ही कम पाया गया ।
 भ्रान्त को सुलझाने का पहिले पहल प्रयास
 कि आकाश में कैल्शियम की गैस की
 यह सब होता है । उसके समकालीन
 तो इस सुझाव को असम्भावित कहकर
 ब्रिटिश कोलम्बिया के विकटोरिया नामक
 सकेट ने इनके नये वेध किए । इन वेधों ने
 के एयरशेड की यात बिल्कुल ठीक थी ।
 ॥ कि बहुत-सी अवस्थार्थों में कैल्सियम
 घर्णपटों में देखी गई, जिनमें वह होनी

न मिली-जुली, पर चौड़ी रेखाओं के केन्द्र वं
के कारण जाहिरा तौर पर इतने नहीं हटते
। रेखाएँ जो सिर्फ उस तारे के वर्ण-मण्डल से
उत्पन्न होती हैं।

एक मोटे परन्तु तैयारशुदा साधन के रूप में, दूरी
में ली जा सकती है। जितनी ही लम्बी दूरी
अन्तर्दृष्टि क्षेत्र के कैल्सियम अणुओं का सोप
गढ़ा गहरा होगा।

ट्रेकर फलम चलाने वाले कुछ लेखक और सासकर
तमाचार पत्रों के लिए लिखते हैं, अक्सर वर्णपटों
लाल या नीची फड़कनों के किनारों की ओर
को उस प्रकाश की रंगी हुई छाया का दर्शन
देते हैं। प्रकार को कभी भी लाल रंग में रंगा
। यदि कोई तारा इतनी तेज गति से हमसे दूर
हो कि उसके वर्ण-पट की कोई एक रेखा जो
वर्ण-पट के नीले भाग में पाई जाती, उसके इस
ने के कारण, लाल भाग में पाई जावे तो भी
समूचे रूप में लाल रङ्ग का हुआ नहीं रहा जा
उस समय उस वर्णपट के परा-कासनी क्षेत्र का,
प्रत्यक्ष रहता है, एक बड़ा हिस्सा हटकर उठ
। लाली जगह पर चला आवेगा जिस जगह

अनन्त की राह में

जाने के लिए दिए गये हैं, कि हो सकता है इस प्रकार
कोई अपवाद दूँद भी लें, फिर भी हमारा उत्तर
सम्पूर्ण विलुप्त नहीं है।

गंगा के कुछ भागों में काफी बड़ी संख्या में पक्ष-
तंत्रों की शीतियों के औसत निकाल कर, इन इन
आपेक्ष शक्तियों को भी एक विशिष्ट रूप में व्यक्त

में चल-फिर रहे हैं; हम भी चलने वाले व्यक्तियों की गतियों के बारे में यही-वही कुछ व्यक्ति चुपचाप ज्ञान को एक ओर से दूसरी ओर हमारे सामने हैं, हम धीरे-धीरे उन पाते हैं, जब कि हमारे आगे बढ़ने हैं उनसे हम दूर-दूर होते चले जाते हो भी सकते हैं, परन्तु सामान्यतः पाते हैं। हमारे मार्ग के दोनों ओर से पीछे छूटते जाते हैं—हो सकता छूटें, पान्तु औसतन तो उनका पीछे कम होगा।

असल बात तो यह है कि हमारे मार्ग से समान तेजी से हमारे पीछे नहीं भी हैं; औसत तौर पर जो व्यक्ति उन दूर के व्यक्तियों की अपेक्षा, जाते हैं। यदि कोई व्यक्ति हमसे को देख रहे हों तो हमारे सिरों को ज़े ही हम उसे काफी लम्बे समय तक बिल्कुल नज़दीक के व्यक्ति को नज़र

कि कौन कौन से व्यक्ति तो औसत रूप में हैं और कौन कौन दूर हैं। यह बात स्पष्ट हो साथ ही है हास्यास्पद भी; क्योंकि दूसरे रई भी हम ज्यादा विश्वास के साथ इस बात को परन्तु यह बात तारों पर लागू नहीं पड़ती। देख कर हम नहीं बता सकते कि कौन से बारे हैं और कौन से दूर।

गये इस उदाहरण से हम यह तो बताते कि हमारे मार्ग (सूर्य का मार्ग ; क्योंकि हमारी ध-साथ ही भागी चली जा रही है) के दोनों एक बहुत बड़ी राशि की "निजी" गतियों को यदि हम नापें तो जिन तारों की पीछे हैं निजी गतियाँ ज्यादा तेज हों वह हमसे, उन जिनकी निजी गतियाँ छोटी हैं, ज्यादा

एक विशेषता यह है कि ज्यों ज्यों समय के से प्राप्त परिणामों में अधिकाधिक शुद्धता

सूर्य अपने सारे परिवार के साथ अपने वर्ष करीब १८०० लाख मील का सफर करता समय में यह सौर मण्डल इस विशाल छ्त्राई में घूम कर घुका होता है। यदि हम प्रत्येक पर उन तारों के फोटो चित्र लेते रहें तो वह

को जानने के कुछ परोक्ष साधन २१७

गड के मार्ग के दोनों ओर के यह तारे । यह तारे कितने पीछे छूटे हैं इस बात तानी से, बिना कोई गलती किए, जान तो (और सिर्फ इसी विषय में ही) यह से बहुत ही ज्यादा अच्छा है । लम्बन ३,०००,००० मील के भीतर पृथ्वी की धा हुआ है । बाकी और जगह ऊपर फारणर नहीं; एक एक तारे के बारे में भी नहीं बता सकता । तारों की एक रे में, एक गुण्ड के रूप में ही, यह तरीका सकता है ।

दूरियों को नापने के विषय को फिर का तरीका ही मुख्य आधार है । यह विस्तार के भीतर तो पूरा सफल पाया हर अनन्त के क्षेत्र में यह असफल होगा रण भी दिखाई नहीं पड़ता । हाँ, यह तो ल के बाहरी क्षेत्रों में इसकी सफलता का ही मिल सका है । लम्बन के द्वारा प्राप्त लिए जिन दो स्वतन्त्र साधनों का हमने डमकड़ तारा पुञ्ज एवं द्विक् तारे—यह इस पुष्टि करते हैं, भले ही कुछ सन्देहशाल अपने कन्धे उचकाते [फिरें ।

तारों की दूरियों को जानने के कुछ परोक्ष साधन २१६

ही यह साबित कर दिया है कि यह अन्तर वास्तविक न थे। ज्योतिषियों ने अपने द्वारा काम में लिए गये इन तरीकों पर जो भरोसा रखा था उसे भी इन वेधों ने हड़ता प्रदान की है।

वहिल्लित तरीकों को काम में लाकर जो परिणाम प्राप्त किए गये हैं वह अपने आप में पूर्ण हैं। यह सम्भव तो नहीं दिखता कि भविष्य में कोई नये तथ्य ऐसे मालूम हो जाय जो इन परिणामों में रूपान्तरकारी परिवर्तन ला सकें। तथ्यों के अन्वेषण का काम तो जारी है ही। ज्ञान की खोज कभी रुकती नहीं। शायद, और हमें पूरा विश्वास है कि, आगे चल कर और भी नये तरीके ईजाद किए जावेंगे; वेधों को और भी ज्यादा शुद्ध किया जावेगा और चित्र के मौजूदा स्थापक में और भी उपयुक्त रङ्ग भर दिये जावेंगे।



आठवाँ परिच्छेद

आकाश-गंगा के वहाव में

अन्धेरी रातों के स्वच्छ और सुले हुए आकाश में, दक्षिण से उत्तर दिशा की ओर, एक छोर से दूसरे छोर तक फैली हुई एक चौड़ी सफेद पट्टी-सी आपने अवश्य देखी होगी। इसको देखने पर लगता है मानों दूध की एक चौड़ी नदी आकाश में बह रही है; इसी कारण, बहुत पुराने जमाने से ही हम लोग इसको “दुधेला मार्ग” The milky way कहते आ रहे हैं। भारतीय ऋषियों ने इसे मन्दाकिनी और देव-गंगा कहकर पुकारा था। इस “दुधेले मार्ग” को और इसके साथ रहने वाले तारों के कुछ मोलाकार गुच्छों को मिछाकार “आकाश-गंगा” कहते हैं।

इसकी नदी का-मा रूप देने में सूर्य की तरह के करोड़ों तारों, तारा-धोत्रों, तारा गुच्छों और तीसों के बादलों ने भाग लिया है। हमारा सूर्य और उसके परिवार के सभी ग्रह (हमारे पृथ्वी भी) इसके अङ्ग ही हैं।

क्योंकि हम “इसके अन्दर ही” रहते हैं, इसलिये इनके समूचे रूप को सही-सही समझ पाना हमारे लिये हमेशा मुश्किल

रहा है। आँखें मुख का अङ्ग होती हुई भी जैसे और सभी वस्तुओं को तो देख लेती हैं, परन्तु अपने उस मुख को नहीं देख पाती; ठीक ऐसी ही बात यहाँ भी है। आकाश-गंगा में पृथ्वी की इस स्थिति के साथ हमारा दृष्टिकोण बँधा हुआ है; इस पर एक परत-सी चढ़ी हुई है। परन्तु खगोल-वैज्ञानिकों ने पिछली शताब्दी में इस परत में कुछ सुराख बनाकर यह देख और जान लिया है कि पृथ्वी पर खड़े हुए हमें आकाश-गंगा का जो रूप दिख पड़ता है, वह तो इस विशाल तारा समूह के भीतर की ओर का एक अंशमात्र ही है।

हम अपनी आँखों पर जो चश्मे पहिनते हैं, उनके गोल काँचों की तरह का इस गंगा का आकार है। हमारी पृथ्वी इस गंगा के केन्द्र से करीब ३०,००० प्रकाश-वर्ष दूर है। इतनी दूर रहते हुए हम इसके सरबो ही तारों के एक छोटे से भाग को ही देख पाते हैं—इसके दृष्ट के १००,००० प्रकाश वर्षों के व्यास के सिर्फ एक छोटे से टुकड़े को ही।

तारे, गैसें और धूल के काले बादलों ने ही मिलकर इसकी रूपरेखा बनाई है। इसकी भुजाएँ कोणाकार हैं और कसकर उभेठी हुई-सी हैं। इसको बनाने वाले यह सभी पिण्ड इन भुजाओं में ही हैं। एक लट्टू की तरह ही यह गंगा अपने चारों ओर घूमती है और उसे एक पूरा चक्र मारने में २००,०००,००० वर्ष लग जाते हैं। इसके घूमने का वेग प्रति-घण्टा ६,००,००० मील है। इस भीषण वेग से अनन्त के महाशून्य में सपाटे

उनमें का प्रत्येक मुण्ड इस गंगा के केन्द्र के चारों ओर ही
वेतरतीव-सा घूमता रहता है ।

आकाश-गंगा का एक संक्षिप्त-सा परिचय देकर अब हम
पूरे विवरणों के साथ ऊपर लिखी बातों पर प्रकाश डालने की
कोशिश करते हैं ।

आकाश की ओर एक सरकारी नजर डालने पर ही यह
मालूम हो जावेगा कि तारे ज्यादातर आकाश-गंगा की ओर ही
प्रचुरता से ढंके हुए हैं और यह भी कि इस पर समकोण बनाती
हुई दिशाओं में यह बतने घने नहीं हैं । दूरबीनों और
फोटोग्राफों के जरिये देखने पर नंगी आँखों से दिखाई पड़नेवाले
तारों की अपेक्षा हजारों गुना ज्यादा तारे दिखाई पड़ते हैं ।
बेध करने के हमारे यह दोनों ही साधन उपरोक्त बातों को बड़े
जोरदार ढंग से पुष्ट करते हैं । विलियम हर्शेल ही पहिला
ज्योतिषी था जिसने आकाश के भिन्न-भिन्न भागों के तारों को
एक सुयोजित रूप में गिना था । अपनी दूरबीन से दिखाई पड़ने
वाले सभी तारों को तो उसने नहीं गिना ; परन्तु आकाश के
एक समान बँटे हुए छोटे-छोटे क्षेत्रों के तारों की गणना उसने
अवश्य की । हर्शेल का यह काम अठारहवीं शताब्दी के
अन्तिम और उन्नीसवीं शताब्दी के प्रथम चरणों में किया
गया ।

दर्शक वास्तव में एक असाधारण व्यक्ति था। उसमें प्रचुर क्रियाशक्ति, पैनी बुद्धि और ऊंचे दर्जे की सूक्ष्मबूझ थी।

आकाश के जिन क्षेत्रों को दर्शक ने नमूने के लिये चुना था उनके तारों की संख्या उसने न केवल एक ही दूरबीन की मदद से गिनी; अपितु भिन्न-भिन्न व्यासों के लेंसों की दूरबीनों द्वारा उसने अनेक बार इनकी गणना की। कई बार की इन गिनतियों ने उसे और भी कई बहुमूल्य जानकारियाँ दी। मान लीजिये आकाश के किसी एक भाग के तारों को दमने ६ इंच लेंस व्यास की दूरबीन की मदद से गिना और १०० तारों को ही गिन सके, तो हम यही धारणा बनाते हैं कि यदि हम १२ इंच लेंस व्यास की दूरबीन से इसी भाग के तारों को फिर गिनें तो इस बार हम ४०० तारों को गिन सकेंगे; क्योंकि ६ इंच लेंस व्यास की दूरबीन आकाश के इस भाग के जितने क्षेत्र को पकड़ेगी, १२ इंच लेंस व्यास की दूरबीन उसके चौगुने क्षेत्र को पकड़ सकेगी। यदि हम इन क्रियाओं को बार-बार करें और प्रत्येक बार पिछली बार के लेंस व्यास की अपेक्षा दुगुना लेंस व्यास काम में लेते रहें तो जहाँ प्रत्येक बार दृष्टक्षेत्र पहिले के क्षेत्र से चौगुना होता जावेगा, वहीं उस क्षेत्र में दिख पड़ने वाले तारों की संख्या भी चौगुनी होती जावेगी। यह बात तब तक सही होगी, जब तक कि दूरबीनों के लेंस व्यासों को क्रमशः बढ़ाते हुए हम आकाश के ऐसे क्षेत्रों तक न पहुँच जावें, जहाँ इन तारों की स्थितियों का औसत घनत्व पहिले क्षेत्रों की

४ फुट लेंस व्यास से आगे न बढ़ सका) तो अनन्त आकाश में हमारी डुबकी की अपनी अन्तिम सीमा आ पहुँचती है ; और ज्यादा आगे बढ़ना हमारी सामर्थ्य से बाहर हो जाता है । यदि इस सीमा रेखा तक पहुँचने पर भी हम तारों की घनी बसावटों में कोई अन्तर नहीं पाते, तो इससे आगे तो हम कुछ कर भी नहीं सकते । हर्शेल ने यह तो स्वीकार कर लिया कि आकाश-गंगा में तारों की बसावटों के घनत्व में कोई गिरावट नहीं पाई जाती । इस आकाश-गङ्गा में हम जितने भी गहरे गोते लगावें कहीं भी ऐसा कोई क्षेत्र दिखाई नहीं पड़ेगा, जहाँ इन तारों की बस्तियाँ पतली पड़ी हों । परन्तु आकाश-गङ्गा के ध्रुवों की ओर जाकर जाहिरा तौर पर यह पतले अवश्य पड़ गये हैं । यह बात हमारी नंगी आँखों से भी दीख सकती है ।

हर्शेल के इस अध्ययन ने उसे यह विश्वास दिलाया कि तारों की कौम का विस्तार अपरिमित तो नहीं है ; यह भी कि आकाश-गङ्गा में भी आखिर ऐसी एक सीमा है जहाँ से आगे कोई तारे नहीं हो सकते ; और यह कि उसे इस बात के स्पष्ट मान मिल चुके हैं कि दूसरी दिशाओं में तो यह सीमा बहुत दूरीक है, जहाँ आकर तारों की बस्तियाँ सन्न हो जाती हैं ।

हर्शेल ने कहा कि तारे एक बिपदी और मोटे तौर पर
 ? एक पाथ रोटी की राड में आकाशमें भरे

हुए हैं और सूर्य इस रोटी के मध्य भाग में ही कहीं पर है। सामान्यतः आकाश के इस देश में तारे एक समान रूप में फैले हुए हैं, परन्तु इसके किनारों की ओर धीरे-धीरे पतले होते चले गये हैं। क्योंकि सूर्य के साथ ही हम भी इस रोटी के मध्य भाग में ही हैं, इसलिये नजरें फेंकने पर हमें इस रोटी के किनारे की ओर की दिशाओं में बहुत ज्यादा तारे, और वह भी पास-पास टँके हुए से, दिखाई पड़ते हैं। यदि हम इस रोटी के ऊपरी या निचले भागों की ओर देखें तो हमें अपेक्षाकृत कम तारे और वह भी दूर दूर टँके हुए से दिखेंगे। इस प्रकार आकाश गंगा को यों समझाया जाता है कि यह हमारे नजदीकी तारों की कमर के चारों ओर लिपटी हुई एक अलग तारा-राशि नहीं है; प्रत्युत तारों के एक बहुत चिपटे और विशेष कर एकरूप झुण्ड के भीतर हमारी अपनी स्थिति का स्वाभाविक परिणाम ही है, अर्थात् इस झुण्ड के भीतर जैसी हमारी मध्यगत स्थिति है वही रह कर हम इस झुण्ड के दूसरे तारों को सिर्फ इसी रूप में (आकाश गंगा के रूप में) देख सकते हैं। इसकी कोई खास लम्बाई चौड़ाई नहीं है। अपने चारों ओर धीरे-धीरे यह पतली होती जाती है जिससे कि किसी एक निर्दिष्ट सी सीमा के लिए कोई यह नहीं कह सकता कि इसीके भीतर भीतर ही इसके सभी तारे और दूसरे पिण्ड समाविष्ट हैं। बहुत ही मोटे रूप में, इसका व्यास करीब ३०,००० पार्सेक या १ लाख प्रकारा वर्ष आँका गया है।

आकाश गंगा में तारों के अलावा और भी कुछ वस्तुएँ हैं। धूल और गैसों के बड़े-बड़े बादल भी इसमें मौजूद हैं जो अपने पीछे के तारों के प्रकाश को या तो बिल्कुल ढँक लेते हैं या उसे धुँधला कर देते हैं। कहीं-कहीं यह बादल अपने भीतर के तारों के प्रकाश के कारण जगमगाने भी लगते हैं, ठीक उसी प्रकार जैसे सूर्य की किरणों के कारण हमारा वायुमण्डल प्रकाशित होकर उत्तेजित सा हो उठता है और इस प्रकार हमें “उत्तरीय प्रकाशों” (the northern Lights) के खेल दिखाता है। आकाश गंगा के इन बादलों की चमक दूरबीन से देखी जानेपर कुछ हरापन ली हुई सी दिखाई देती है। वर्षों तक इसने आकाशीय विद्वानों को उलझन में डाले रक्खा; क्योंकि बर्न-पट दर्शाते तो यह बताता था कि कुछ चमकदार रेखाओं (एक-एक फड़कनों की) के कारण ही ऐसा होता है। परन्तु मुश्किल यह थी कि पृथ्वी पर जितने भी हमारे परिचित द्रव्य हैं, उनकी प्रसारित फड़कनों से यह किसी से भी मेल नहीं खाती थी। अब तो हम जान गये हैं कि नाइट्रोजन और ओक्सीजन, या दूसरे शब्दों में, हमारे साँस लेने की हवा, के कारण ही ऐसा होता है। इन बादलों में यह दोनों ही गैसें इतने कम घनत्व पर होती हैं कि उनके धणु वहाँ ठीक वैसा बर्ताव नहीं कर सकते जैसा वह हमारी पृथ्वी पर करते हैं जहाँ वह एक दूसरे से बहुत ज्यादा सटे होकर भीड़ सी लगाए हुए हैं। वास्तव में यह एक अलग जाति की आकाश गंगाएँ ही हैं।

हर्शोल ने इन रुकावटी बादलों को देखा तो अवश्य, परन्तु वह उन्हें उनके अपने असली रूप में जान न सका। उसने सोचा कि तारों के बीच बीच वह कुछ वास्तविक खाइयाँ हैं, अर्थात् खाली आकाश जिन में से वह और भी दूर अनन्त देश में भाँक सकता है। जो हो; उसके ध्यान में यह बात तो ज़रूर आ चुकी थी कि बिना तारों के उजाड़ से दिखने वाले यह प्रदेश चमकते हुए से कुछ बिथड़ों (जिन्हें बाद में नीहारिकाएँ कहा गया) से सम्बन्धित तो थे ही। आकाश के अपने अध्ययनों के सिलसिले में जब हर्शोल की दूरबीन द्वारा फेंकी हुई दृष्टि पहिले पहल ऐसे ही एक कोरे क्षेत्र से टकरा गयी तो उसने तुरन्त अपने सहकारी को, जो अध्ययनों को लिपिबद्ध कर रहा था, पुकार कर कहा “नीहारिका के छिये सैयार हो जाओ।”

आकाश गंगा में, इन बादलों के अलावा, अनेक तारा गुच्छक clusters of stars भी हैं। आकाश में दिखने वाले सुन्दर दृश्यों में यह भी हैं। इनमें से कई गुच्छे तो गोलाकार हैं और उनकी बनावट बड़ी सुन्दर है। इनको गोलाकार गुच्छे कहते हैं। दूसरे कई गुच्छे अनियोजित एवं भरे से आकार के हैं। एक गोलाकार गुच्छक कैसा दिख पड़ता है इस बात को जानने के लिए हम एक काम कर सकते हैं। काळे रङ्ग के एक कागज पर थोड़ा नमक, एक बूँद बनाते हुए, इस प्रकार बिखेरते हैं कि नमक के दाने गूँथ के केन्द्र पर तो पने हों और फिर चारों ओर सभी दिशाओं में धीरे धीरे बिखरते जाय। नमक के

दाने छोटे बड़े सभी तरह के हैं और इस प्रकार अपने आकार के अनुसार इस तारागुच्छक के भिन्न भिन्न चमक के तारों का ठीक निरूपण भी करते हैं।

बहुत से गोलाकार तारा गुच्छकों में सेफीड तारे भी हैं। यह तारे गहरा तो हैं ही; क्योंकि उन्होंने अपने गुच्छकों की दूरियों बताने में कभी कोई हिचकिचाहट नहीं की है। ऐसा यह जाता है कि किसी एक गुच्छक के सभी सेफीड तारे (अवश्य ही यह हम से एक ही दूरी पर हैं) समय के फर्क और दृष्टि का सम्बन्ध ठीक उसी प्रकार बनाए रखते हैं जिस प्रकार सम-गलीय बादल या नीहारिका के निवासी उनके जाति भाई। आकाश गंगा के समूचे क्षेत्र में जो एकरूपता पाई जाती है उसका यह भी एक ज्वलन्त उदाहरण है। यह बात समयान्तर-दीप्ति सम्बन्ध को आधार मान कर दूरियों और उनके तरीके की सचाई को भी पुष्टि देती है।

अपने पीछे के स्थान एवं पिण्डों को ढंक्ने वाले यह बादल आकाश गंगा के मार्ग की ओर ही ज्यादातर पाये गये हैं। इसके एक खास भाग में तो यह बहुत ही घने देखे गये हैं। यह भाग है धनु और वृश्चिक राशियों के क्षेत्र। इन्हीं क्षेत्रों में आकाश गंगा के सबसे अधिक चमकीले हिस्से हैं। ज्योतिषियों के मन में यह बात खूब गहरी बैठी हुई है कि यदि यह रुकावट हटाने वाले बादल हटा दिये जाय तो इनके पीछे छिपे हुए और भी ज्यादा चमकीले भाग दिखाई देने लगेंगे।

सूर्य इस आकाश गंगा के केन्द्र पर नहीं है। मोटे तौर पर यह केन्द्र और किनारों के बीच आधे मार्ग पर ही कहीं है ; परन्तु इसकी केन्द्रीय सतह से बहुत नजदीक भी है—इस रोटी की मोटाई में है। आकाश गंगा का केन्द्र तो चमकीले धनु और वृश्चिक तारा-समूहों की दिशा में ही कहीं है। सबसे घने धूलके बादल भी यहीं पाये गये हैं।

आकाश गंगा को घनाने वाले तारे कई हजार करोड़ों की संख्या में हैं—यह वेगुमार है। उनकी कोई गिनती नहीं हो सकती। यह सब तरह के आकारों के हैं, परन्तु उनकी द्रव्य मात्राएँ परस्पर ज्यादा भिन्न नहीं हैं। उनके आकारों का भेगी-विभाग बहुत बड़ा है। बहुत से ऐसे तारों से हम परिचित हैं जिनमें का कोई एक तारा यदि किसी मौके पर अचानक आकर सूर्य की सतह के ऊपर आसन जमा ले तो वही बैठा हुआ वह अपने विशाल कलेवर में न केवल हमारी पृथ्वी को ही समेट लेगा अपितु मङ्गल को भी। ऐसे तारे खासकर ज्यादा द्रव्य मात्रा के नहीं होते और इस कारण उनके घनत्व भी बहुत कम होते हैं। वास्तव में ; उनके समूचे शरीर का घनत्व शायद उस हवा के घनत्व से भी कम होगा जो हवा उस क्षेत्र में भी रहेगी जिसे हमारी प्रयोगशाला में पूर्णतः वायुशून्य कहकर घनाते हैं। दूसरी ओर, ऐसे भी कई तारे हैं जो घनता में तो सूर्य के बराबर हैं परन्तु आकार में पृथ्वी से ज्यादा बड़े नहीं हैं : वह इतने घने हैं कि दियासलाई की एक द्विबिया के आकार का उनके बदन का कोई टुकड़ा वजन में १ टन उतरता है।

उन तारों के ताप मानों में भी काफी बड़े अन्तर हैं। कुछ तो इतने गर्म हैं कि यह संकेती से भी एक दर्जा आगे हैं; वह “नील-गर्म” हैं। दूसरे कुछ इतने ठण्डे हैं जितना कि बिजली की भट्टी में तुरन्त गला हुआ लोहा। इन से भी ज्यादा ठण्डे तारों के अस्तित्व के प्रमाण मिले हैं, इतने ठण्डे कि यह कोई तरह की दिलाई पड़ने वाली रोशनी नहीं दे सकते।

ऊपर हमने जिन तापमानों का ज़ल्लेख किया है वह उन तारों की ऊपरी सतह के तापमान ही हैं—अपनी सतह के नीचे उनके आन्तरिक तापमान तो बहुत बहुत ऊँचे, कई करोड़ शतांश, हैं।

इन सभी बातों को (आकार, द्रव्य मात्रा और तापमान) को लेकर सूर्य इस विराट् पाँव में बिल्कुल खो सा जाता है। वह मध्यम आकार, मध्यम द्रव्य मात्रा और मध्यम तापमान का एक मध्यम दर्जे का तारा ही है। यद्यपि बात तो यह कुछ अप्रिय जरूर लगती है, परन्तु अपने जाति भाइयों में इसका दर्जा “जी” किसम के बीने का G-typedwarf ही है। आकारा गंगा के इस सुविशाल समूह में इस दर्जे के तारे ही ज्यादा हैं और दूसरे दर्जों के कम। इसलिए यदि हम इस लम्बे चौड़े जमाव को एक बहुत बड़ी दूरी पर बैठ कर देख सकें और इसके वर्णपट का फोटो चित्र भी ले सकें तो यह सारा का सारा जमाव ही सूर्य के अपने कुटुम्बी ग्रहों और उपग्रहों से बने मण्डल से बहुत कुछ मिलता जुलता दिखाई पड़े। इस प्रकार हम देखते हैं कि जिस

सूर्य के दामन से बिघाता ने हमारे भाग्य की डोर अटूट रूप से बांध रखी है उसको छेकर हम कोई गर्व नहीं कर सकते।

यदि इस तखीर के सभी पहलुओं को मिलाकर इस पर एक पूरी नजर डालें तो हम यह तो मान ही सकते हैं कि इस जमाव के तारे सर्वत्र एक ही रूप में फैले हुए हैं। यह बात संख्या के दृष्टि कोण से तो सही जरूर है, मगर इन तारों के काफी गुच्छे भी हैं। यह गुच्छे सभी दृजों के हैं; एक दूसरे से बहुत सटकर सिर्फ (हमारी दृष्टि में ही) मुण्ड बांधे हुए गोलाकार गुच्छों से छेकर ढोले ढांढे सम्बन्ध में बंधे हुए और अलग भागने की चेष्टा सी करते हुए गिरोहों तक अलग अलग दृजों के। हमारा सूर्य इस पिछले दर्जे के गिरोह का ही एक सदस्य है।

आकाश-गंगा का यह सारा ही जमाव अपने चारों ओर घूम रहा है; जिस प्रकार एक ठोस विण्ड अपने चारों ओर घूमता है ठीक वैसे तो नहीं। उसका यह घूमना ठीक वसी अर्थ में है, जिसमें कि समूचे सौर मण्डल को, जिसमें सूर्य के चारों ओर उसके मह भी घूमते रहते हैं, अपने चारों ओर घूमता कहा जाता है। सभी एक ही दिशा में घूमते हैं; परन्तु उनके एक-एक पक्षर पूरा करने की अपनी-अपनी अलग अवधियाँ हैं। यही यह बात ध्यान में रखने की है कि नाक्षत्रिक विद्वान् परिभ्रमन *rotation* और परिक्रमण *revolution* के भेद को बहुत ही महत्व देते हैं। यह दोनों ही दो अलग-अलग गतियों के घोटक हैं। एब्जीनिजर लोग इस भेद को कोई महत्व नहीं

है। गाड़ी के एक पहिये के अपनी धुरी पर घूमने अथवा चक्कों के रोल के लट्टू के अपनी कील पर घूमने को परिभ्रमण rotation कहते हैं, जब कि एक भागे के एक छिनारे पर एक जोड़तल यस्तु को बांधकर घुमाने वाला अपने चारों ओर जो उसे घुमाता है अथवा प्रदर्शनियों में एक लूथ लम्बी-घोड़ी लोहे की चरों के चारों ओर लटकी हुई कुर्सियों अथवा काठ के घोड़ों पर बैठे हुए व्यक्ति जिस प्रकार उस चरों के लम्बे के चारों ओर घूमते हैं उसे परिक्रमण revolution कहते हैं। पृथ्वी अपनी धुरी पर २४ घण्टों में एक परिभ्रमण rotation करती है ; परन्तु वही पृथ्वी अपनी इस गति के साथ-साथ ही सूर्य के चारों ओर एक वर्ष में एक पूरा चक्कर भी मारती या परिक्रमण revolution करती जाती है ।

आकाश-गंगा के केन्द्र के चारों ओर परिक्रमण करते हुए किसी एक तारे को एक पूरा चक्कर देने में बहुत ही लम्बा समय लगता है ; यह समय करोड़ों-वर्षों की संख्याओं में आता है। कोई बहुत ही सही संख्या तो नहीं दी जा सकती। परिभ्रमण की बात को सिद्ध हुए अभी बहुत ही थोड़े वर्ष बीते हैं। सूर्य के ही परिक्रमण काल को निःसन्दिग्ध रूप में जानने में अभी शायद कुछ वर्ष और लग जायें। हो सकता है यह काल करीब २००,०००,००० वर्ष हो ।

इन तारों के अपने आकारों को देखते हुए किन्हीं भी दो तारों के बीच की आपस की औसत दूरी बहुत ही ज्यादा है

सूर्य का व्यास ८६४,००० मील है। इतनी दूरी को पार करने में प्रकाश को ४॥ सेकन्डों से कुछ ही ज्यादा समय लगता है। तारों में सूर्य का सबसे निकट का पड़ोसी प्रोक्सिमा सेंटारी Proxima centauri नामक एक तारा है। सूर्य से चले हुए प्रकाश को उस तारे तक पहुँचने में करीब ४॥ वर्ष लग जाते हैं। हम सभी जानते हैं कि प्रकाश एक सेकन्ड में १८६,००० मील चलता है। यह तो प्रकाश की चाल और फिर उसका दम भर को भी कहीं न रुक कर लगातार ४॥ वर्षों तक चलना और तब जाकर अपने सबसे निकट पड़ोसी का द्वार खट-खटाना ? इन दोनों तारों के बीच की दूरी उनमें के एक (सूर्य) के व्यास की करीब ३२,०००,००० गुनी है ! पिगपोंग एक खेल है जो फाठ के हलके बच्चों और मुर्गी के बड़े अण्डों के घरावर की कड़ी गेंदों से खेला जाता है। हम सब इससे परिचित हैं। यदि पिगपोंग की दो गेंदों को एक दूसरी से ७५० मील की दूरी पर रख दिया जाय तो हम सूर्य और उसके घस निकट पड़ोसी तारे के बीच की दूरी का समझ में आ सकने लायक अन्दाज लगा सकते हैं।

गोलाकार गुच्छों के तारे एक दूसरे से इतने दूर नहीं हैं। परन्तु वहाँ भी तारों की एक दूसरे से दूरियाँ उनके आकारों की हजारों और लाखों गुना हैं।

आकाश-गङ्गा का अधिकांश भाग तो खाली क्षेत्र है। हाँ; इस क्षेत्र में अत्यन्त पतली गैसों, उतने ही पतले धूल के बादल और प्रकाश-किरणें जो इस क्षेत्र में चारों ओर इपर-उपर

देते। गाड़ी के एक पहिये के अपनी धुरी पर घूमने अथवा घूमने के खेल के लट्टू के अपनी कील पर घूमने को परिभ्रमण rotation कहते हैं, जब कि एक धागे के एक किनारे पर एक थोमल वस्तु को बांधकर घुमाने वाला अपने चारों ओर जो जगह घुमाता है अथवा प्रदर्शनियों में एक खूब लम्बी-चौड़ी लोहे के चखों के चारों ओर लटकी हुई कुर्सियों अथवा काठ के घोड़े पर बैठे हुए व्यक्ति जिस प्रकार उस चखों के खम्भे के चारों ओर घूमते हैं उसे परिक्रमण revolution कहते हैं। पृथ्वी अपनी धुरी पर २४ घण्टों में एक परिभ्रमण rotation करती है ; परन्तु वही पृथ्वी अपनी इस गति के साथ-साथ ही सूर्य के चारों ओर एक वर्ष में एक पूरा चक्कर भी मारती या परिक्रमण revolution करती जाती है।

आकाश-गंगा के केन्द्र के चारों ओर परिक्रमण करते हुए किसी एक तारे को एक पूरा चक्कर देने में बहुत ही लम्बा समय लगता है ; यह समय करोड़ों-वर्षों की संख्याओं में आता जाता है। कोई बहुत ही सही संख्या तो नहीं दी जा सकती। परिभ्रमण की बात को सिद्ध हुए अभी बहुत ही थोड़े वर्ष बीते हैं। सूर्य के ही परिक्रमण काल को निःसन्दिग्ध रूप में जानने में अभी शायद कुछ वर्ष और लग जायें। हो सकता है यह काल करीब २००,०००,००० वर्ष हो।

इन तारों के अपने आकारों को देखते हुए किसी भी दो तारों के बीच की आपस की औसत दूरी बहुत ही ज्यादा है

सूर्य का व्यास ८६४,००० मील है। इतनी दूरी को पार करने में प्रकाश को ४॥ सेकण्डों से कुछ ही ज्यादा समय लगता है। तारों में सूर्य का सबसे निकट का पड़ोसी प्रोक्सिमा सेंटारी Proxima centauri नामक एक तारा है। सूर्य से चले हुए प्रकाश को उस तारे तक पहुँचने में करीब ४॥ वर्ष लग जाते हैं। हम सभी जानते हैं कि प्रकाश एक सेकण्ड में १८६,००० मील चलता है। यह तो प्रकाश की चाल और फिर उसका दम भर को भी कहीं न रुक कर लगातार ४॥ वर्षों तक चलना और तब जाकर अपने सबसे निकट पड़ोसी का द्वार छट-छटाना ? इन दोनों तारों के बीच की दूरी उनमें के एक (सूर्य) के व्यास की करीब ३२,०००,००० गुनी है ? पिंगपोंग एक खेल है जो काठ के हलके बल्लों और मुर्गी के बड़े अण्डों के बराबर की कड़ी गेंदों से खेला जाता है। हम सब इससे परिचित हैं। यदि पिंगपोंग की दो गेंदों को एक दूसरी से ७५० मील की दूरी पर रख दिया जाय तो हम सूर्य और उसके उस निकट पड़ोसी तारे के बीच की दूरी का समझ में आ सकने लायक अन्दाज लगा सकते हैं।

गोलाकार गुच्छों के तारे एक दूसरे से इतने दूर नहीं हैं। परन्तु वही भी तारों की एक दूसरे से दूरियाँ उनके आकारों की हजारों और लाखों गुना हैं।

आकाश-गङ्गा का अधिकांश भाग तो खाली क्षेत्र है। हाँ; इस क्षेत्र में अत्यन्त पतली गैसों, उबने ली पतले धूल के बादल और प्रकाश-किरणें जो इस क्षेत्र में चारों ओर इधर-उधर

आ जा रही हैं, अवश्य हैं। कहीं-कहीं अत्यन्त गर्म और चमकते हुए पदार्थ के अपेक्षाकृत छोटे-छोटे टुकड़े भी मँडराते रहते हैं। इनमें से कम से कम एक टुकड़े के चारों ओर घूमते हुए कुछ और भी छोटे-छोटे ठण्डे पदार्थ के टुकड़े हैं और इन्हीं छोटे ठण्डे टुकड़ों में एक हमारा यह घरौंदा (पृथ्वी) भी है।

आकाश-गङ्गा का जमाव एक विशाल और प्रचुर पैमाने पर है। दूरियें आँकने के जिन तरीकों के हमने ऊपर उल्लेख किए हैं उन्हीं के परिणाम-स्वरूप इस जमाव की रूप-रेखाएँ कायम की गई हैं। अगर उन तरीकों की सत्यता और विश्वस्तता मान ली जाय तो इस परिच्छेद में बहुत ही संक्षिप्त रूप में खींची हुई तारों के इस जमाव की तस्वीर भी अवश्य ही सही मान लेनी होगी; भले ही कुछ व्यक्तियों को यह तस्वीर अनाकर्षक जँचे, परन्तु यह तो कोई वैध कारण नहीं कि महज इसी बात पर यह ठुकरा दी जाय। जो तथ्य हैं उनकी ओर हम आँखें तो मूँद नहीं सकते; उनको स्वीकार तो करना ही होगा और उचित मान्यता भी देनी होगी—हमारे सोचने के तरीकों को उनके मुताबिक ही ढालना होगा। हमारे इस छोटे से ग्रह (पृथ्वी) की आकाश-गंगा के इस सुविस्तृत जमाव में जो अत्यन्त नगण्य-सी स्थिति है उसको देखकर यदि कोई पाठक एक धक्का-सा महसूस करे तो उसे यह सोचकर सन्तोष की एक साँस लेनी चाहिए कि विश्व की इस योजना में उसकी (मनुष्य) सही कीमत सिर्फ आकार-विस्तार पर ही निर्भर नहीं है।

दूसरे कुछ पाठक ऐसे भी होंगे जो तारों की उनके (मनुष्य के) प्रति उदासी से प्रभावित होकर मायूस हो जाय—यह खयाल कि इतने बड़े-बड़े और बहुसंख्यक तारे उससे कोई वास्ता नहीं रखते ; कि आकाश-गङ्गा के इस जमाव में यदि कोई एक प्रयोजन या बँधी हुई योजना हो तो यह प्रयोजन या योजना उससे कोई सम्बन्ध नहीं रखती । ऐसा करना महजहीनता की भावना inferiority complex ही होगा । ऐसे पाठकों के आश्वासन के लिये हम यही कह सकते हैं कि छोटा या बड़ा कोई क्यों न हों, विश्व के सुयोजन में सबके अलग-अलग महत्व, उपयोग और विशिष्ट स्थान हैं ; और यह भी कि सभी नैतिक विधानों में नम्रता एक विशिष्ट गुण मानी गई है ।

अपने ही मुँह मिथी मिट्टू बनने की फुली हुई भावना में जब कोई सूरख कर दिया जाता है तो उसके लिये अमेरिकियों की पोलवाल की भाषा में एक बहुत ही सुन्दर वाक्यांश का प्रयोग किया जाता है ; कहा जाता है कि इस भावना को रखने वाले व्यक्ति को “काटकर औसत कदमें कर दिया गया है । (The possessor has been cut down to size) । काटकर औसत कदमें कर दिये जाने की यह प्रक्रिया तो अभी शुरू ही हुई है । अनन्त की राह में कुछ कदम और आगे चलकर तो हम अपने आपको और भी नगण्य से महसूस करने लगेंगे ।



नीवाँ परिच्छेद

आकाश-गंगा की बहिर्ना से भेंट

आकाश-गंगा के एक किनारे भुँवले प्रकाश का एक बादल सा दिख पड़ता है। उसका आकार एक शङ्ख की तरह का है और दूरबीन के बिना भी उसे देख सकते हैं। उसको “बड़ा नीहारिका” great nebula कहते हैं। उसके दो नाम भी हैं—एक है “एम ३१” (M 31) और दूसरा है एन्०जी०सी २२४ (NGC 224)। यह उत्तरा मातृपद नक्षत्र Constellation Andromeda में है। यहाँ पर यह जान लेना जरूरी है कि ज्योतिर्विज्ञान में अधिकांश आकाश-गंगाओं को, (नीहारिका भी आखिर आकाश-गंगाएँ ही हैं जैसा आगे चलकर स्पष्ट होगा), “एन्. जी. सी.” अक्षरों के आगे कुछ संख्याएँ लगा कर ही, नाम दिए जाते हैं। अङ्गरेजी भाषा के तीन शब्दों New General catalog (नयी सामान्य सूची) के प्रथम अक्षरों को लेकर ही यह “एन्. जी. सी.” संज्ञा बनाई गई है। अनन्त की अति विशाल दूरियाँ में खगोल वैज्ञानिकों का यह एक मार्गदर्शक सूची पत्र है। रेखा चित्र ३० में हमने दुपेले मा

*The Milkyway या हमारी आकाश-गंगा की दूसरी बहिर्ना



आकाश-गंगा की बहिन

की स्थितियों को दिखलाया है। इस चित्र की सभी आकाश-गंगाएँ या नीहारिकाएँ मिल कर अपना एक अलग परिवार बनाती हैं जिसे “स्थानीय दल” local group कहते हैं।

इस “स्थानीय दल” में १७ या इससे कुछ ही अधिक ऐसे तारा-समूह या आकाश-गंगाएँ हैं जो सबकी सब १५ लाख प्रकाश-वर्षों के अर्ध-व्यास radius के भीतर-भीतर ही, गुरुत्वाकर्षण की शक्ति से परस्पर बंधी हुई, रहती हैं।

इस “स्थानीय दल” में कुछ ऐसी छोटी राहूकार (elliptical) ६ गंगाएँ और भी हैं जिनमें सर्प की कुण्डलियों की तरह की भुजाएँ भी नहीं हैं और धूल और गैसों भी बहुत कम हैं। इनके सिवाय, इस “दल” में मगलीय बादलों की तरह के बेडौल से चार तारा-समूह भी हैं। इन सब पिण्डों से अत्यन्त दूर कुण्डलियाँ भारे हुए तीन पिण्ड और भी हैं जो इस विशाल गहराई में दूर-दूर छिटके हुए से हैं। शायद, वह भी इस “दल” के ही परिवार में हैं। इतने अधिक दूर होते हुए भी वह तीनों पिण्ड उसी रहस्य भरी गुरुत्वाकर्षण शक्ति की डोर में बँधे हुए, ऐन्ड्रोमीडा और हमारे “धुंधले मार्ग” के बीच, किसी एक अज्ञात केन्द्र के चारों ही ओर घूम फिर रहे हैं।

आठवें परिच्छेद में आकाश-गंगा का वर्णन करते समय हम धूल और गैसों के बादलों की तरह दिखने वाले कुछ धुंधले आकारों का उल्लेख कर आये हैं; और यह भी कि ‘वर्णपट-दर्शक’ से देखने पर उनका प्रकाश कुछ हरापन लिए हुए सा

दिखता है। वास्तव में वह भी दूर की कुछ नीहारिकाएँ ही हैं। नीहारिकाओं की अनेक जातियों में उक्त नीहारिकाओं की अपनी एक अलग जाति है। प्रस्तुत परिच्छेद में हम जिन नीहारिकाओं की चर्चा कर रहे हैं उनसे वह बिल्कुल भिन्न हैं।

आकाश-गंगा की बहिनों का रङ्ग तो उज्जला निखरा हुआ सफेद है। दिखती तो वह भी घास के एक गट्टर की तरह ही हैं; परन्तु उनके आकार सुडौल हैं। प्रसिद्ध ज्योतिर्विद् हगिन्स ने अपने 'वर्णपट-दर्शक' की मदद से उन नीहारिकाओं और और ऊपर कही गई उन हरी नीहारिकाओं में परस्पर एक भेद और भी बताया था। वह भेद यह है कि हरे रङ्ग की उन नीहारिकाओं के वर्णपटों में सिर्फ थोड़ी सी चमकदार रेखाएँ ही पाई जाती हैं जब कि सफेद नीहारिकाओं के वर्णपटों में सभी रङ्गों के लट्टे से पाये गये हैं; ठीक वैसे ही जैसे कि सूर्य गर्म करने पर सफेद पड़े हुए किसी भी पिण्ड के वर्णपटों में मिलते हैं। पार में, और भी ज्यादा शक्तिशाली यन्त्रों की मदद से उन नीहारिकाओं के वर्णपटों को पार करती हुई काली शोषण-रेखाएँ भी देखी गईं। वास्तव में उनके वर्णपट सूर्य के वर्णपट से बहुत कुछ मिलते जुलते हैं।

कई वर्षों तक यह सफेद नीहारिकाएँ नाक्षत्रिक जगत् में एक बहुत बड़े विवाद का केन्द्र बनी रहीं। कुछ विद्वानों के मत में तो यह नीहारिकाएँ आकाश गंगा के ही जमाव में उसी अन्न ही थीं। दूसरे विद्वान् मानते थे कि वह आकाश गंगा से बिल्कुल

पृथक् थीं। कुछ विद्वान् तो साहस कर यहाँ तक कहने लगे थे कि वह भी तारों की अलग आकाश-गंगाएँ ही हैं।

प्रथम मत के समर्थक यह विश्वासोत्पादक तर्क पेश करते थे कि उन नीहारिकाओं के फैलाव आकाश गंगा की सतह से बहुत कुछ सम्बन्धित से दिखाई पड़ते थे।

यह बात तो बिल्कुल स्पष्ट है कि साधारणतया आकाश गंगा के समूचे जमाव के भीतर पिण्डों के किसी भी वर्ग की संख्याएँ, जिन्हें हम आकाश के बराबर आकार के हिस्सों में पाने की धारणा रखते हैं, स्वयं आकाश गंगा के भीतर दोनों ओर बढ़ी से पड़ी होंगी और उसके दोनों ध्रुवों की ओर उनकी सतह पर समकोण बनाती हुई दिशाओं में, सबसे कम होंगी। तारों, नीली नीहारिकाओं और क्लाबटी बादलों पर तो यह बात बिल्कुल सही उतरती है। परन्तु यह सफेद नीहारिकाएँ बिल्कुल ही उल्टा चित्र पेश करती हैं; आकाश गंगा के दोनों ओर तो यह नीहारिकाएँ संख्या में कम पाई गई हैं और इससे दूर के क्षेत्रों में अधिक। यह बात निश्चय ही यह सिद्ध करती है कि इस जमाव में इनका फैलाव एकसा नहीं है, परन्तु साथ ही यह भी कि यह नीहारिकाएँ आकाश गंगा से एक बहुत नजदीकी सम्बन्ध भी रखती हैं। तर्क यह किया गया कि अगर यह नीहारिकाएँ बिल्कुल अलग-थलग बाहर की ही कोई चीज होतीं और हमारी आकाश गंगा से बहुत दूर भी होतीं तो अवश्य ही यह इस आकाश गंगा का कोई खयाल न रखती;

अपितु आकाश के सभी भागों में भरेपन से बराबर बराबर बिखरी होती ।

धूल के ठकावटी बादलों की पूरी जानकारी पा चुकने के साथ ही इस वर्क की शक्ति बहुत कुछ क्षीण हो गई । तब यह धारणा पेश की जाने लगी कि यह नीहारिकाएँ, सचमुच ही, आकाश गंगा की पाँव के बाहर की चीजें हैं और यह भी कि यह वससे बहुत ही दूर और प्रायः बराबर-बराबर फैलाव की हैं । आकाश गंगा के क्षेत्र की सभी नीहारिकाओं को हम सिर्फ इस कारण नहीं देख पाते क्योंकि वह उसमें के ठकावटी बादलों से करीब-करीब ढँक ली गई हैं । इस बात को समझाने के लिए कहा जाने लगा कि जिस प्रकार हम अपने सिर के ऊपर आकाश में जितने तारों को देखते हैं क्षितिज पर उनसे बहुत ही कम तारे देख पाते हैं क्योंकि हमारी पृथ्वी के अधिक घने वायुमण्डल और उसकी निचली तहों में फैली हुई धूल और धुन्ध के कारण उधर के अधिकांश तारे ढँक से जाते हैं और अपनी ठकावट को पार कर उनके प्रकाश हम तक पहुँच नहीं पाते ।

यह सफेद नीहारिकाएँ बहुत ही धुँधले पिण्ड (सिर्फ हमारे देखने में ही) हैं और घड़ी-बड़ी दूरबीनों से भी उनकी रूपरेखा का हम कोई ज्ञान प्राप्त नहीं कर पाते । इस वृहत् नीहारिका, २३१, को हम एक लम्बे से शझाकार धुँधले प्रकाश के गांठे रूप में ही देख पाते हैं । अपने केन्द्र स्थल पर यह बहुत ही

मकीली है जहाँ एक छोटा परन्तु बिल्कुल एक तारे की तरह सफ़ा नाभिकेन्द्र है)। इस केन्द्र के चारों ओर यह प्रमथाः चक्कर चलाती गई हैं। एक तरफ़ इसमें एक काली दरार सी देखी जाती है जो इस नीहारिका की पूरी लम्बाई तक इसके समानान्तर चली गई है। कुछ दूर हट कर और भी दो नीहारिकाएँ हैं जो इस प्रधान नीहारिका से छोटी और ज्यादा धुंधली हैं; लगता है जैसे यह दोनों नीहारिकाएँ उसके आधिपत्य में हों।

अर्लरोस ने, करीब ६० वर्षों पहिले, अपनी बनाई हुई ६ फीट व्यास की एक परावर्तक दूरबीन reflecting telescope की सहायता से दो छोटी सफ़ेद नीहारिकाओं को देख कर उनकी खास रूपरेखा का पता लगाया था। हर्शेल की ४ फीट व्यास की दूरबीन जितना प्रकाश पकड़ पाती थी, रोस की यह ६ फुटी दूरबीन उससे दोगुना प्रकाश पकड़ पाने की सामर्थ्य रखती थी। अपने समय में तो यह दूरबीन सबसे बड़ी थी। इसके बाद एक अर्धशताब्दी से भी ज्यादा समय गुज़रा जब कि इतनी ही बड़ी दूसरी दूरबीन बनाई गई।

इन दोनों नीहारिकाओं की जो रूपरेखाएँ देखी गईं, वह आश्चर्यजनक थीं; वह कोणाकार (spiral; आधार पर तो मोटी और वृत्ताकार, मगर आगे की ओर नोक बनाती हुई) थीं; चकर मारती हुई एक आविश्वाजी की तरह। असंगठित और बेडौल अधिकांश हरी नीहारिकाओं से वह बहुत ही भिन्न

था। रास की इस खोज ने इन दोनों प्रकार का नाहारिकाओं के धापसी भेदों को और भी स्पष्ट कर दिया।

जब तक फोटोग्राफी नक्षत्र-विज्ञान की मदद का आगे न बढ़ी, इस विद्या में और ज्यादा प्रगति न हो सकी। पिछली शताब्दी के आखिरी वर्षों में आईजक रोयर्ट्स नामक एक भ्रमंज ने, जो एक शौकिया नाक्षत्रिक थे, २० इंच व्यास की एक परा-पर्वक दूरबीन को काम में लेकर बहुत-सी नोहारिकाओं के फोटो-चित्र लिए। इन फोटो-चित्रों ने बताया कि अधिकांश सन्ने नोहारिकाएँ घनावट में कोणाकार ही हैं। एन्ड्रोमीडा नक्षत्र मण्डल की साथ से प्रमुख नोहारिका "एम् ३१" भी इनमें से एक है। यह नोहारिकाएँ हमारी दृष्टि-रेखा पर सभी तरह के कोण घनाती हैं; कुछ तो अपनी चौड़ी छाती को बिल्कुल हमारे ओर किए हुए हैं, जैसी कि छार्ड रोस द्वारा देखी गई दोनों ही कोणाकार नोहारिकाएँ। कुछ अपने किनारों के बल ऊपर की ओर खड़ी हैं और कुछ तिरछी खड़ी हैं, जैसी कि "एम् ३१"। जो नोहारिकाएँ अपने किनारों पर ऊपर की ओर खड़ी हैं, उनके आरपार एक-एक काली धारी सुपड़ता के साथ एक ओर से दूसरी ओर देखी जाती है। दूसरी नोहारिकाओं में भी, जो बिल्कुल किनारों पर तो खड़ी नहीं हैं, ऐसी काली धारियाँ दिख पड़ती हैं। ऐसा मालूम होता है मानो यह नोहारिकाएँ कोई एक काली वस्तु का लंगोट कसे हुए हैं। "एम् ३१" नोहारिका में दिखाई पड़ने वाली दरार भी, जो दूरबीन से स्पष्ट दिखाई

देती है, इसी प्रकार की मालूम पड़ती है; परन्तु फोटो-चित्रों ने, दूरबीन से और आगे बढ़कर, इस नीहारिका में एक की जगह कई काले पट्टे दिखायाए हैं।

फोटो-चित्र क्यों इतना सब कुछ बता सकते हैं जितना आँखें, दूरबीन की मदद से भी, नहीं देख पाती; इसका एक मात्र यही कारण है कि हम अपने अनुभवों से ही जानते हैं कि किसी एक वस्तु को हम चाहे जितनी देर देखें, फिर भी उसकी चमक उतनी ही रहेगी जितनी वह पहिली नजर में दिखाई दी थी। ज्यादा देर देखने पर भी उसमें कोई फर्क नहीं पड़ेगा, परन्तु फोटो-प्लेट की बात बिल्कुल भिन्न है। जितनी ही देर हम एक फोटो-प्लेट को किसी वस्तु की ओर खुला रखेंगे, वतना ही गहरा असर वह वस्तु उस प्लेट के दूधिया तैल लेप पर डालेगी। प्रत्येक फोटोग्राफर यह बात जानता है। खराब मौसिम के दिनों में भी कोई फोटोग्राफर अपने फोटोग्राफ के शटर (shutter) को लम्बे अर्से तक खुला रखकर एक अच्छे गहरे असर का "नेगेटिव" (negative) ले सकता है, ठीक वैसा ही जैसा वह एक साफ दिन थोड़ी देर प्लेटों को खुले रखने से ही ले सकता था। यह नीहारिकाएँ बहुत ही धुंधली हैं—इतनी धुंधली कि हम उनकी सही रूपरेखाएँ भी नहीं देख पाते। यदि काफी समय दिया जाय तो यही नीहारिकाएँ फोटोग्राफ की प्लेटों के दूधिया रंग के तैलपूर्ण द्रव्य पर बड़ी मजबूती से अपनी छवियाँ अंकित कर देंगी। किसी एक दूरबीन में, जिसकी

नाभि के दूरी उसके व्यास की पाँच गुनी हो, यदि एक तेज प्लेट बैठा दिया जाय और फिर उसे एक घण्टे तक "एम् ३१" नीहारिका की ओर मुड़ा रखा जाय तो हम इस नीहारिका का एक ऐसा चित्र पा सकेंगे जिसमें इसके अत्यन्त पुंघले बाहरी भाग भी, जो किसी भी दूरबीन से नहीं देखा जा सकते, साफ-साफ अपनी मूर्तक देंगे। परन्तु इस चित्र में एक दोष यह होगा कि इस नीहारिका का मध्य भाग अपना उचित से ज्यादा अंतर डाल देगा।

नीहारिकाओं के फोटो-चित्र लेने में यही एक बहुत बड़ी दिक्कत है। कोई भी एक फोटो-चित्र किसी एक समूची नीहारिका को सम्भवतः दृष्टि अशुद्ध नहीं कर पाता! यदि कोरी प्लेट को थोड़े समय के लिए ही मुड़ी रखें तो जहाँ यह "एम् ३१" के छोटे चमकीले नाभि-केन्द्र का तो सचा चित्र दे सकेगी, वही इस नीहारिका के पुंघले बाहरी हिस्सा को बिल्कुल ही मलका न पावेगी। दूसरी ओर अगर हम उसे और ज्यादा समय तक खुली रखें तो वह प्लेट इन पुंघले बाहरी हिस्सों को तो सही पकड़ पावेगी परन्तु साथ ही केन्द्रीय भाग का सही अङ्कन भी न कर सकेगी क्योंकि उस अवस्था में प्लेट पर वह केन्द्रीय भाग एक बड़े और गहरे काले रङ्ग के धब्बे के रूप में ही अङ्कित होगा, जिसमें छोटा नाभि-केन्द्र बिल्कुल डूबकर दिखाई ही न पड़ेगा।

फोटोग्राफी ने इन सफेद नीहारिकाओं के रूपरङ्ग और गठन स्पष्ट दिखाकर कुछ विद्वानों के उस मत में जान डाल दी,

जिसके अनुसार यह नीहारिकाएँ भी अपने तारों से बनी हुई आकाश गंगाएँ ही थीं। इनकी लम्बाई, चौड़ाई और गहराई को लेकर ही अब विवाद चल पड़ा। भिन्न-भिन्न मत रखे गये। इसके पहिले कि कोई काफी पुष्ट प्रमाण मिलते यह मान लेता आसान नहीं था कि यह अपने आकार-विस्तार में आकाश-गंगा की तुलना की हैं। अगर ऐसा माना जाता तो इसका यह मतलब होता कि आकाश-गङ्गा का यह जमाव, जो अपनी विशालता के कारण देखने वाले के मन में भय पैदा करता है, महज एक सफेद नीहारिका है जिसकी विरादरी की ऐसी ही और भी बेशुमार नीहारिकाएँ हैं।

इ.० एम.० स्लीफर ने अमेरिका के परीमोना नगर की फ्लैगस्टाफ वेधशाला में बैठकर दूरदर्शक यन्त्र की मदद से इन नीहारिकाओं के विषय में और भी एक महत्वपूर्ण बात खोज निकाली। स्लीफर ने कई नीहारिकाओं के वर्णपटों के फोटो चित्र लिए और इन वर्णपटों की रेखाओं की तुलना हमारी पृथ्वी पर के पदार्थों के वर्णपटों से की। उसने नीहारिकाओं की रेखाओं के बहुत बड़े हटाव देखे जो हमारी दृष्टिरेखा पर उनके वेगों को प्रकट करते थे। आकाश-गंगा के तारों के दृष्टि-रेखा वेगों से वह बहुत ही ऊँचे और तेज थे।

एम्. ३१ नीहारिका १६० मील प्रति सेकेंड के वेग से सूर्य की ओर आती हुई पाई गई। यह भी कहा गया कि आकाश गङ्गा के जमाव में सूर्य की अपनी कक्षा पर की हुई गति का भी

इस प्रचण्ड वेग में काफी बड़ा हिस्सा दें। दूसरी नीहारिकाएँ बड़े प्रचण्ड वेगों से सूर्य से दूर भागती देखी गईं। कुछ नीहारिकाओं के वेग तो ११२५ मील प्रति सेकण्ड तक बूढ़े गये। यह परिणाम सन् १६१२ ई० से लेकर सन् १६२५ ई० तक बीच के वर्षों में प्राप्त किये गए।

आकाश गंगा के किसी भी पिण्ड का इतना बड़ा वेग नहीं देखा जाता। इन बहुत ही ऊँचे वेगों की खोजों ने उस मत की जड़ें ही उखाड़ दीं जो यह मानता था कि यह नीहारिकाएँ आकाश गंगा के जमाव का ही अङ्ग हैं।

समय बीतने के साथ साथ और भी दृष्टि रेखा वेग बूढ़े गये और यह स्पष्ट हो गया कि थोड़ी सी नीहारिकाओं को छोड़ कर और संवहमसे दूर ही भागी चली जा रही हैं। यह कहना शायद और भी सुरक्षित होगा कि उनके वर्णपटों की रेखाओं के हटाव, थोड़े से धपवादों को छोड़ कर, सब के सब वर्ण पटों के लाल किनारों की ओर ही थे। इस तथ्य को व्यक्त करने में हमने इन पिछले शब्दों का प्रयोग कर उचित सावधानी धरती हैं क्योंकि ऐसा करना जरूरी है जैसा कि आगे चलकर मालूम होगा।

कम से कम कुछ सफेद नीहारिकाएँ तो तारों के ऐसे मेले हैं जिनकी आकाश गंगा के जमाव से बखूबी तुलना की जा सकती है—इस बात को सिद्ध करने के लिए स्लीफरकी दो फीट व्यास की दूरबीन की अपेक्षा और भी बड़ी दूरबीन की जरूरत थी। इस काम को कैलिफोर्निया की माउन्ट विलसन वेधशाला

ने अपने हाथों में लिया। इस बेधशाळा में दो परावर्तक दूरबीन लगी हुई थी ; एक का व्यास १ फीट और दूसरी का ८ फीट ४ इंच अथवा १०० इंच था। हाल तक तो यह पिछली दूरबीन ही दुनिया भर में सबसे बड़ी थी जो उपयोग में ली जा रही थी। इसको ज्यादातर १०० इंच व्यास की दूरबीन कह कर पुकारते हैं। परन्तु अब तो माउन्ट पैडोमर बेधशाळा में इससे भी बड़ी २०० इंच व्यास की दूसरी एक दूरबीन बैठा दी गई है और उसने काम शुरू भी कर दिया है।

माउन्ट विरसन बेधशाळा की इन दोनों ही दूरबीनों की मदद से "एम ३१" और दूसरी नीहारिकाओं के, बड़े थोड़े समय के फर्क से, बड़े पैमानों पर अनेक फोटो चित्र लिए गये। "एम ३१" के फोटो चित्रों के गहरे अध्ययनों से यह पता लगा कि इस नीहारिका के बाहिरी भागों का पुंषला और कुहासा-भरा प्रकार तारों के कुछ घुण्टों के कारण है। वास्तव में यह सभी तारे हमसे एक ही दूरी पर हैं—उनकी दूरियों में १ या २ प्रतिशत का अन्तर हो भी सकता है। इनमें के अधिक सम-कीड़े तारों के वर्ण-पटों को पकड़ने की सम्भावना भी है, परन्तु अधिकतर तो यह सब बहुत ही पुंषले हैं। उनके रङ्गों को जान पाना भी सम्भव है और इस कारण उनकी वर्णपटीय क्षमों को भी जाना जा सकता है। यह यों किया जा सकता है कि हम एक तरफ तो ऐसी प्लेटों से जो सिर्फ नोडे प्रकार का ही पकड़ सकती हैं उनके चित्र लें; और, दूसरी ओर, ऐसा

प्लेटों से जो लाल और नीले दोनों ही प्रकाशों को पकड़ें। स्पष्टतः ही नीचे तापमान के तारे, जो ललाई लिए होते हैं, लाल रङ्ग को पकड़ने वाली प्लेटों पर जितनी प्रमुखता से उभरेंगे उतने सिर्फ नीले रङ्ग को ही पकड़ने वाली प्लेटों पर नहीं। यह भी इतना ही स्पष्ट है कि बहुत गर्म तारे, “बी” किस्म के तारे (B-type stars), सिर्फ नीले रङ्ग को पकड़ने वाली प्लेटों पर, लाल और नीले दोनों ही रङ्गों को पकड़ने वाली प्लेटों की अपेक्षा, ज्यादा गहरे उभरेंगे।

तारों के रंगों को जानने का यह तरीका आकाश गंगा के तारों के विषय में एक लम्बे असें से काम में लाया जा रहा है; और इन तारों के रंग और उनकी वर्ण-पटीय जाति के बीच क्या सम्बन्ध है, यह भी जान लिया गया है। “एम् ३१” के तारों पर भी इसी तरीके को लागू करने पर उनकी वर्णपटीय जातियाँ जानी जा सकेंगी। आकाश गंगा के धूल के बादलों में शोषण होने के कारण उनके प्रकाशों में लालिमा के जो असर आ जावेंगे उनको भी शुद्ध करना, परिणामों के सही होने के लिए अत्यन्त जरूरी होगा।

भिन्न भिन्न समयों पर लिए गये फोटो चित्रों की एक दूसरे से तुलना करने पर इन निहारिकाओं में घटने बढ़ने वाले तारे (Variable stars) खोज निकाले गये और उनकी घटा-बढ़ी की अवधियाँ भी जान ली गईं। इन घटने बढ़ने वाले तारों में बहुत से सेफीड तारे (Cepheids) भी थे। यह भी देखा

गया कि अपनी पूर्णतम दीप्तियों और उनके बीच के समय के अन्तरों में यह तारे भी ठीक वही सम्बन्ध दिखलाते हैं जो मगलीय चादलों और गोलाकार भुण्डों में रहने वाले इनके जाति भाई जिनका त्रिक हम सातवें परिच्छेद में कर आये हैं। आकाश गंगा के समूचे जमाव में जहाँ भी इनके जाति भाई रहते हैं, सब ठीक इसी सम्बन्ध को दिखाते आ रहे हैं; मानो उनका यह एक जातीय गुण है। फोटो चित्रों ने इन नीहारिकाओं में अनेक भाँति के तारा-भुण्डों को और काले रुकावटी चादलों को भी दिखाया।

एक जगह हम यह कह आये हैं कि आकाश गंगा के तारों में समरूपता के अनेक पहलू देखे जा चुके हैं; जैसे कि पी—जाति के तारे और अपनी घट-बढ़ों के बीच के समयों के लम्बे फाँव को दिखलाने वाले सेफीड तारों की ऊँची दीप्तियाँ। यह भी देखा गया है कि एम् ३१ नीहारिका के तारों में भी समरूपता के यही पहलू मौजूद हैं। उदाहरण के लिए; नीलिमा लिए हुए सफेद तारे और लम्बे समय की घट-बढ़ों के सेफीड तारे सबसे अधिक चमकीले हैं।

संक्षेप में; आकाश गंगा के जमाव में पाये जाने वाले प्रत्येक जाति के पिण्ड, जो जाने जा चुके हैं, एम् ३१ नीहारिका में भी पाए गये हैं। क्योंकि यह सभी पिण्ड हमसे एक ही दूरी पर हैं, इसलिए इनकी समरूपता के पहलू भी तुरन्त नज़रों में आ जाते हैं।

जब एन् ३१ नीहारिका के भीतर के पिण्डों की छोट समान हो गईं तब जाकर यह संभव हो सका कि कई स्वतन्त्र तारों से इसकी दूरी आँकी जाय। यह तरीके ये सेफीड तारों के घटा-बढ़ी के समयों के पक्षों और उनकी द्योति के सम्बन्ध और भिन्न-भिन्न वर्णपटतीय किस्मों के तारों की औसत द्योतियाँ (सासकर या जाति के तारों की) और नवीन तारों Nova की द्योतियाँ। नवीन तारों का उल्लेख हम एकबार पहिले भी कर आये हैं। उनके विषय में कुछ विस्तार से कहने की अब जरूरत आ पड़ी है। आमतौर पर जिसे हम एक नया तारा कहते हैं, ज्योतिर्विद् उसे एक 'नोवा' (Nova) कहते हैं। जहाँ पहिले कोई भी तारा नहीं देखा गया था ठीक उसी जगह सहसा एक चमकीला तारा समय-समय पर दिखाई देने लगता है। ऊपर के इस वाक्य में "सहसा" शब्द का प्रयोग उचित और संगत है; क्योंकि इस तारे को अपनी पूर्वतम चमक प्राप्त करने में सिर्फ कुछ ही घन्टों का समय लगता है। इसकी यह चमक उबाड़ा देर रहती भी नहीं—बहुत शीघ्र ही यह मन्द पड़ने लगता है और कुछ महोनों के बाद तो यह अपनी प्रमुखता ही से बेगता है।

इसको "नया तारा" कहना भी असंगत और सत्य के विपरीत है। क्योंकि इसके दिखाई पड़ने के कुछ समय पहिले और दूर कम जेठ के तिमिले वह दिखाई पड़ना है, जोदो चित्रों में अभी उल्लेख हुआ है। एक भूप्रका और मन्द तारा पाया है। बात यह नहीं है कि अनाप से ही सहसा एक

तारे की उत्पत्ति हो गई ; वध्य तो यह है कि तारा वही पहिले से ही मौजूद था और उसी तारे ने अचानक ही अपनी दीप्ति को हजारों गुना या और भी ज्यादा बढ़ा लिया । पाँचवें परिच्छेद में, तारों के विषय में लिखते समय रेखा-चित्र २१ द्वारा हम इसे स्पष्ट कर चुके हैं ।

यह नवीन तारे आकाश-गंगा के जमाव में बार-बार कुछ समय के हेरफेर से दिखते रहते हैं । अपनी पूर्ण अवस्था में रहते समय उनकी जो आन्तरिक दीप्ति होती है उसका एक मोटा-सा ज्ञान भी प्राप्त कर लिया गया है । एम् ३१ नीहारिकाओं में भी विलुप्त मिलते-जुलते ऐसे ही पिण्ड पाये गये हैं । जानी हुई जातियों के तारों की दीप्तियों की तुलना में उनकी पूर्ण अवस्थाओं की दीप्ति साधारणतया यह जाहिर करती थी कि उनकी आन्तरिक या पूर्णतम दीप्ति ठीक उसी दर्जे की है जैसी कि इसी भाँति के उन तारों की, जो आकाश-गंगा के जमाव में दिखते रहते हैं ।

इन सब कसौटियों पर परख कर माइन्ट विल्सन पेपराल्डा की इस दूरबीन ने “एन्ड्रोमीडा नक्षत्र” की इस गूदराकार नीहारिका की हमारी धृष्टि से दूरी १० लाख प्रकाश-वर्ष आँकी थी ; अर्थात् इस नीहारिका से चले प्रकाश को धृष्टि तक पहुँचने में १० लाख वर्ष लगते थे । परन्तु, माइन्ट विल्सन की इस दूरबीन की अपनी शक्ति-भामर्ष्य की एक सीमा थी और इस सीमा में बेधो रहने के कारण वह इस दूरी को आँकने में एक मौलिक गलती कर गई ।

दक्षिणी कैम्प्रीकोर्निया (संयुक्त राष्ट्र अमेरिका) राज्य की माउन्ट पैलोमर केभराला की २०० इन्च व्यास की दूरबीन का जिक्र हम चौथे परिच्छेद में कर चुके हैं। आज तक बनाई गई दूरबीनों में यह सबसे बड़ी है। इस दूरबीन ने ही माउन्ट विन्सन की दूरबीन की इस गजती को पकड़ा।

डा० वाल्टर बेड Dr. Walter Baade ने एन्ड्रोमीडा की इस नीहारिका के सम्बन्धित मापों में एक उत्कृष्ट भरा असा-मञ्जस्य देखा पाया। उन्होंने देखा कि इस गूहाकार नीहारिका के मध्य भाग में रहनेवाले अत्यन्त चमकीले तारे, जिन्हें लाल रक्त के दैत्य तारे Red Giants कहा जाता है और जो हमारे सूर्य से कई गुना अधिक बड़े और तेज हैं, अधिक पुंछले दिखाई पड़ते हैं; सेफीड तारों के मापदण्ड के आधार पर उनकी इतना पुंछला नहीं होना चाहिए था।

यह तो हम पहिले ही लिख आये हैं कि सुदूर अनन्त देश के निवासी तारों की दूरियाँ नापने में हम घटने बढ़ने वाले इन सेफीड तारों को ही माप-दण्ड बना कर चले हैं। डा० बेड ने ही यह पता लगाया था कि मोटे तौर पर तारों की दो किस्में हैं—समूह १ और समूह २ जिनका पूरा जिक्र भी हम पाँचवें परिच्छेद के आरम्भ में ही कर आये हैं। समूह १ के तारे, समूह २ के तारों की अपेक्षा, औसत रूप में, १०० गुना अधिक चमकदार हैं।

इस आधार पर ही आगे बढ़कर डा० बेड ने पूछा कि अनन्त

देश में दूरियाँ नापने के लिए जिन सेफीड तारों को हम माप-दण्ड मानते हैं, क्या वह भी इसी तरह दो किस्मों में बँटे नहीं हो सकते ? माउन्ट पैलोमर की दूरबीन ने उनके इस प्रश्न का उत्तर दिया ; हाँ, यह भी दो किस्मों में बँटे हुए है। इस दूरबीन के द्वारा यही सावधानी के साथ लिए गये फोटो-चित्रों ने बतला दिया कि इन सेफीड तारों की भी दो किस्में हैं ; और यह भी कि, इनकी आपस की भिन्नता ठीक उसी परिमाण में इन्हें दो ऐसे माप-दण्डों में बाँट देती है, जिसमें एक माप-दण्ड दूसरे की अपेक्षा दुगुना लम्बा है और यह अपेक्षाकृत लम्बा माप-दण्ड ही अनन्त देश के दूर के क्षेत्रों में काम देता है। इस कारण यही निष्कर्ष निकाला गया कि हमारी आकाश-गंगा से परे के सभी पिण्डों की अब तक आँकी गई दूरियाँ दुगुनी कर दी जाय।

हमें यह शुद्धि १ लाख प्रकाश वर्ष से ज्यादा दूर के पिण्डों की दूरियों के आँकड़ों में ही करनी होगी। इससे कम दूरियों के आँकड़े तो ज्यों के त्यों रहेंगे। सूर्य हमारी पृथ्वी से ६३,०००,००० मील दूर ही होगा और हमारा सबसे नजदीक पड़ोसी तारा “आल्फा सेंटारी” भी हमसे ४ प्रकाश-वर्षों की दूरी पर ही होगा।

हमारी अपनी आकाश-गंगा की दूरी भी यही रहेगी जो पहिले कूती जा चुकी है। हाँ, इससे आगे दूर अनन्त में बढ़ने पर वहाँ की दूरियाँ अवश्य ही अब तक कूती गई उनकी दूरियों को दुगुनी होती जावेंगी। एन्ड्रोमीडा की गृहदाकार नीहारिका

की दूरी माउन्ट विल्सन दूरबीन ने १० लाख प्रकाश-वर्ष कृती थी, परन्तु अब यह आँकड़ा बढ़कर दुगुना हो पड़ेगा : यह नीहारिका हमारी पृथ्वी से २० लाख प्रकाश-वर्ष दूर है। इसके प्रकाश को पृथ्वी तक पहुंच पाने में २० लाख वर्ष लगेंगे ; वह भी तब जब कि प्रकाश १८६,००० मील प्रति सेकण्ड के वेग से निरन्तर दौड़ा आ रहा है ? आकार-परिमाण में भी यह नीहारिका हमारी आकाश-गंगा से दुगुनी होगी।

दूसरी एक और महत्वपूर्ण नीहारिका “एम् ३३” अथवा एन० जी० सी० ५६८ को लेकर भी इसी तरह की छानबीन की गई है। यह नीहारिका त्रिकोणीय नक्षत्र-मंडल *constellation of triangulum* में स्थित है। एम् ३१ नीहारिका के समान यह उतनी बड़ी तो नहीं दिखाई पड़ती और वास्तव में उससे छोटी है क्योंकि एम् ३१ हमसे जितनी दूर है, इस नीहारिका की दूरी उससे कुछ ही ज्यादा है। हमारी दृष्टि-रेखा पर यह करीब-करीब चौरस पड़ी हुई है।

इस नीहारिका में भी हमारे सभी परिचित आकाशीय पिण्ड मौजूद हैं ; जैसे कि, सेफीड तारे, तारा गुच्छक, गैसीय नीहारिकाएँ और रुकावटी बादल इत्यादि। एम् ३१ नीहारिका के मध्य भाग को हम अलग-अलग तारों के रूप में नहीं देख पाते, परन्तु “एम् ३३” के मध्यभाग के तारे अलग-अलग साफ दिखलाई पड़ते हैं और यह ठीक इसी तरह फँसे हुए हैं जिस प्रकार इसके यादगिरि हिस्सों में।

विचार कर देखने पर तो आकाश-गङ्गा का जमाव एम् ३३ नीहारिका से जितना मिलता जुलता है उतना एम् ३१ से नहीं। और धातों की अपेक्षा, भिन्न-भिन्न जाति के तारों की सापेक्ष प्रचुरता एम् ३३ नीहारिका में बिल्कुल उतनी ही पाई जाती है जितनी कि आकाश-गङ्गा में ; परन्तु एम् ३१ में उतनी नहीं। एम् ३३ नीहारिका में यदि हमारी पृथ्वी की तरह का कोई ग्रह हो और उस पर हमारी ही तरह के प्राणी निवास भी करते हों, और उनमें भी आकाशीय अभ्ययन की इतनी ही रुचि हो तो उस ग्रह के वाशिन्दे बिना किसी दूरबीन की मदद के, अपनी मंगी आँखों से, आकाश-गङ्गा को ठीक उसी रूप में देख पावेंगे जिस रूप में कि हम एम् ३१ पृष्ठ नीहारिका को देखते हैं। यदि वैज्ञानिक प्रगति में भी उन्होंने हमारी तरह ही दौड़ लगाई हो और अपने दङ्ग पर फोटोग्राफी का आविष्कार भी कर लिया हो और उसकी मदद से आकाश-गङ्गा के फोटो चित्र भी लिये हों तो उनके यह फोटो चित्र एम् ३३ नीहारिका के लिये हुए हमारे फोटो चित्रों से ठीक मिलते-जुलते से होंगे, लेकिन होंगे उनसे जरा बड़े। आकाश-गङ्गा उनके दृष्टि-पथ पर चौरस पट पड़ी हुई न होकर कुछ टेढ़ी मुकी हुई होगी ; उतनी मुकी हुई तो अवश्य नहीं, जितनी कि एम् ३१ नीहारिका हमारे दृष्टि-पथ पर है। अभी तक हम निश्चय नहीं कर पाये हैं कि आकाश गंगा की बनावट कोणाकार है या नहीं, परन्तु सम्भावना तो उसके कोणाकार होने की ही है।

क्योंकि एम् ३१ और एम् ३३ नीहारिकाओं की पारस्परिक दूरी करीब ६६,००० पार्सेक अथवा २००,००० प्रकाश वर्षों व है, इसलिए उन दोनों में से किसी एक नीहारिका के किसी एक प्रद के आकाश में दूसरी नीहारिका बहुत प्रमुख दिख पांगी-हमको यहोजितनी बड़ी दिखती है, उससे साढ़े तीन गुना बड़ी

सभी सफेद नीहारिकाएँ बनावट में कोणाकार नहीं हैं और न यह सय वृत्ताकार ही हैं। मिस्र लीबिट ने पहिले-पहल जिन व मगलीय घादलों को देखा था यह पूर्णरूप से अनियमित गर्द हुई नीहारिकाओं की नमूना-सी थी; उनकी बनावट में कोण सुघड़ता न थी। एम् ३१ और एम् ३३ नीहारिकाओं की अपेक्षा वह दोनों ही मगलीय घादल हमसे ज्यादा निकट हैं। वृहत मगलीय घादल हमारे सूर्य से करीब २६,००० पार्सेक अथवा ८६,००० प्रकाशवर्ष दूर है, जब कि छवु मगलीय घादल करीब ३०,००० पार्सेक या ६८,००० प्रकाशवर्ष दूर हैं। एम् ३१ और एम् ३३ की अपेक्षा वह दोनों घादल बहुत ही छोटे हैं। आकाश-गंगा के साथ उनका वही सन्बन्ध है जो एम् ३१ के निकट की दोनों नीहारिकाओं का, जिनका बल्लेख हम ऊपर कर आये हैं, वसी जमाव (एम् ३१) के साथ; परन्तु उनकी जाति सर्वथा भिन्न है।

इस स्थानीय गुच्छक में तारों के दो जमाव और भी हैं जो दोनों-के-दोनों ही बनावट में अनियमित-से हैं। उनकी दूरियों की तुलना एम् ३१ और एम् ३३ की दूरियों के साथ की जा

सकती है। और भी तीन जमाव ऐसे हैं जो आकाश-गंगा में रहनेवाले धूल के बादलों से खूब घने ढँके हुए हैं। उनके जो आकार हमें दिखाई पड़ते हैं उनको देखते हुए वह भी हमसे उतने ही दूर हो सकते हैं, जितने कि उल्लिखित दोनों ही जमाव। परन्तु वह इतने ज्यादा ढँके दिए और घुंघले कर दिए गये हैं कि एम् ३१ और एम् ३३ नीहारिकाओं की या आकाश-गंगाओं की दूरियों आंकने में जिन तरीकों को सफलता के साथ काम में लिया गया था, वह उनपर लागू नहीं हो पाते।

ऊपर हमने तारों के जिन जमावों का वर्णन किया है, उनकी एक दूसरे से आपस की दूरियाँ ऐसी औसत दूरियों की अपेक्षा बहुत कम हैं; इसलिए वह सब मिलकर अपना एक विशिष्ट समूह या मुण्ड बनाते हैं जिसको खगोल-वैज्ञानिक “स्थानीय दल” (Local Group) कहते हैं। वह सभी जमाव एक दूसरे की अपेक्षा घूमते-फिरते-से मात्तूम होते हैं; परन्तु उनके ऐसा करने के वेग अपेक्षाकृत कम ही हैं—आकाश-गंगा ■ कुछ तारों के वेगों से ज्यादा तेज तो हर्गिज नहीं।

सम्भव है; इस “स्थानीय दल” या परिवार के और भी कुछ सदस्य हों, जो हमारी आकाश-गंगा के धूल के बादलों से ढँके रहने के कारण हमें दिखाई न पड़ते हों। इन बादलों में कुछ तो (और खासकर वह जो आकाश-गंगा के केन्द्र की ओर हैं) बिल्कुल अपारदर्शी opaque हैं। हम उनके आरपार नहीं देख सकते। हमारे पास अभी तो कोई रास्ता ऐसा नहीं है कि जिससे:

हम यह मालूम कर सकें कि उन वादलों के उस ओर क्या है। पिछले कुछ वर्षों में एक ऐसा आविष्कार हुआ तो है जो शायद समय पाकर हमें इन रुकावटों को पार करने में मदद दे सकेगा। यह पता लगा है कि न केवल सूर्य अपितु आकाश गंगा भी बहुत कम फड़कनों एवं थड़ी लहर-लम्बाई की प्रकार किरणों को निरन्तर उगलती रहती है जिनको उचित शक्ति के ग्राहक यन्त्रों द्वारा ही पकड़ा जा सकता है। अभी तक तो कोई ग्राहक यन्त्र काफी मात्रा में विशासूचक directional नहीं है अर्थात् वह आकाश के भिन्न-भिन्न भागों को थोड़े छोटे अंशों के अलावा, एक दूसरे से पृथक् नहीं बता पाता। समय बीतने पर ज्यों-ज्यों इस यन्त्र की शक्ति में विकास होगा यह अधिकाधिक रूप में हमें अनन्त ब्रह्माण्ड की गहराइयों को और अधिक टटोलने में बहुत कुछ मदद दे सकेगा।

द्वितीय महायुद्ध के तूफानी दिनों में जर्मनों के हवाई जहाजों, छड़नगोलों और राकेटों का पता लगाने के लिये "रडार" (Radar) यन्त्र बनाये गये थे। महायुद्ध खत्म होने पर वैज्ञानिकों ने उन्हें अन्य कार्यों में जोड़ा। ज्योतिषियों ने भी उनको अपने क्षेत्र में अपनाया और उनकी मदद से उल्काओं को देखने में काफी सफलता प्राप्त की। चन्द्रमा की दूरी नापने में भी उनका उपयोग किया गया, यद्यपि परिणाम उतने सही न निकले। नक्षत्र विज्ञान की आवश्यकताओं की पूर्ति में "रडार" यन्त्र ज्यादा कुछ योगदान तो नहीं कर सकते। इन यन्त्रों की शक्ति की

अपनी सीमाएँ हैं। चन्द्रमा की दूरी जानने के लिये हमें सिर्फ तीन सेकण्डों की इन्तिजारी ही करनी पड़ेगी क्योंकि “रडार” यन्त्र से केंके गये इशारों को चन्द्रमा तक जाने और वहाँ से हम तक वापिस आने में ठीक इतना ही समय लगता है। यदि “रडार” की इस प्रक्रिया को हम एम् ३१ नीहारिका पर प्रयोग करें तो वहाँ भेजे हुए इशारे को हम तक वापिस आ पाने के लिये हमें १,३६०,००० वर्षों तक प्रतीक्षा करनी होगी ! न मालूम तब तक हमारी कितनी पीढ़ियाँ पीत जाँच ? हमारे इस परोंदे (पृथ्वी) पर तब तक हम (मनुष्य) रहें वा न रहें ?

दशवाँ परिच्छेद अनन्त में और भी गहरी पैठ ।

ज्यों-ज्यों हमारी दूरबीन अनन्त के गर्त में आगे और, और भी आगे, देखती जाती है त्यों-त्यों यह हमारे जाने पहिचाने नक्षत्रों, उनसे आगे के तारों के बादलों और “धुंधले मार्ग” (आकाश-गंगा) के गुच्छों को पीछे छोड़ती हुई धुंधसे से चमकते हुए कुछ चिथड़ों की फलक हमें देती चलती है। लगता है, जैसे दूर कहीं मकड़ियों के कुछ जाले से लटक रहे हैं। जैसे-जैसे यह दूरबीन अधिक और, और भी अधिक, गहराइयों में स्तरती

जाती है, उन निगड़ों या मकड़ियों के जालों की संख्या भी बढ़ती जाती है। वह सब गुरुर अनन्त की निवासी नौहारिकाएँ या आकाश-गंगाएँ ही हैं जिन्हें कुछ वैज्ञानिक "विरय-द्वीप" Island Universes कहना उपादा पसन्द करते हैं। इन नामों पर हम आगे चलकर, इसी परिच्छेद में, कुछ विवेचन करेंगे।

उन प्रत्येक नौहारिकाओं में अरबों-शरबों तारे हैं। अनन्त की इतनी दूर गहराइयों में बूबी हुई वह बेठी है कि उनके तिस प्रकार की सहायता से हम उन्हें देख पाते हैं उसे इस बीच की दूरी को पार कर हमारी पृथ्वी तक पहुँचने में लाखों वर्ष लगा जाते हैं; वह भी सब जब प्रकारा स्थयं पठ बहुत बड़े वेग से (१८६,३००० मील प्रति सेकण्ड) बिना कहीं रुके हमारी ओर भागा आता है।

उन नौहारिकाओं को पहिले पहल देख पाने का सेहरा पॅपा भाउन्ट विक्सन वेधशाला की दोनों बड़ी दूरबीनों के सिर। हर्शेल ने एक शताब्दी पहिले आकाश के दूर के भागों के अध्ययन का जो क्रम बनाया था, इन दूरबीनों ने भी उससे मिलते-जुलते क्रम को ही अपनाया। इस नये क्रम की अपनी दो विशेषताएँ भी थीं। न केवल यह फोटो चित्रों की सहायता पर निर्भर था, अपितु अपने अध्ययन के सिलसिले में इसने आकाश-गंगा के जमाव की ओर से अपनी आँखें मूँद सी ली थीं।

इस अध्ययन ने हमें बतलाया कि दूरबीनों की पहुँच के

भीतर ही तारों के ऐसे जमाव (हमारी आकाश-गंगा से परे, दूर के जमाव), बहुत बड़ी संख्या में हैं। आकाश के कुछ भागों में जहाँ वह घने गुच्छे बनाए हुए हैं, वही उसके दूसरे भागों में बहुत पतले बिखरे हुए से हैं; परन्तु मौजूद हैं वह सब जगह, सिवाय उस क्षेत्र के जहाँ आकाश-गंगा बह रही है। उस क्षेत्र में भी धूल के बादलों के बीच की दरारों और खिड़कियों में से झाँकते हुए कुछ तो अपनी मलक दे ही देते हैं, ठीक वसी प्रकार जैसे कि बरसात की मौसिम के अन्तिम दिनों में हमारी पृथ्वी के ऊपर छाए हुए बादलों के बीच की खाली जगहों में से तारे यहाँ वहाँ झाँकते दिखाई पड़ जाते हैं।

अनुमान लगाया जाता है कि सुदूर अनन्त में रहने वाली वह नीहारिकाएँ करीब पाँच पाँच सौ के गिरोह बाँध कर रहना पसन्द करती हैं। गुरुत्वाकर्षण की शक्ति ही उन्हें इस प्रकार के गिरोहों में बाँध देती है और फिर उन्हीं रूपों में उन्हें नधाती रहती है।

उनकी तीन किशमें मानी गई हैं। (१) शङ्खाकार नीहारिकाएँ जो अब तक जानी गई उनकी समूची संख्या की १७ प्रतिशत है। (२) कोणाकार नीहारिकाएँ; इस सम्पूर्ण संख्या की वह ८० प्रतिशत हैं। (३) अनियमित नीहारिकाएँ, जो करीब ३ प्रतिशत हैं।

इन तीनों ही किशमाँ की वह सब नीहारिकाएँ अपने अपने अलग जगहों से अपने ही चारों ओर घूमती रहती हैं। शङ्खाकार

नीहारिकाओं के आकार पूर्ण और सुडोल गोलाई से लेकर चिपटे और एक तश्तरी की तरह के होते हैं। (चित्र ३१) कोणाकार नीहारिकाओं में कुछ तो, अपने चारों ओर घूमने के वेगों के कारण अपनी कुण्डलियों को अत्यन्त कसे हुए हैं; (चित्र संख्या ३२) और कुछ ऐसी हैं जो चौड़ी फैली हुई सी हैं। इनके नाभि-केन्द्र *nuclei* छोटे होते हैं और उनकी भुजाएँ भी, उनके तीव्रवेग की केन्द्रमुखी शक्ति के कारण, बाहर की ओर झिटकी होती हैं। अधिकतर कोणाकार नीहारिकाओं के केन्द्र गोल होते हैं; परन्तु उनमें की करीब ३० प्रतिशत नीहारिकाओं के नाभि-केन्द्र लम्बे पसरे से होते हैं, इसलिए उनको "लम्बी कोणाकार *barred-spirals*" कहते हैं। इन नीहारिकाओं की सीसरी भेणी, अनियमित नीहारिकाएँ, मगलीय बादलों की तरह बेडौल से आकार की होती हैं। उनका कोई एक नाभि-केन्द्र नहीं होता; अर्थात् अपने ही चारों ओर घूमने की उनकी चालें अनियमित होती हैं।

आकाश-गंगा से दूर हटकर नीहारिकाएँ बड़ी संख्या में पाई जाती हैं। दूरबीनों की मदद से लिए गये कुछ फोटो-चित्रों में तो इतनी नीहारिकाओं के प्रति-चित्रण देखे गये हैं, जितने कि आकाश-गंगा के तारे हैं। अनुमान लगाया जाता है कि हमारी बड़ी से बड़ी दूरबीन की पकड़ में करीब १,०००,०००,०००,०००, ००० नीहारिकाएँ हैं।

यह सभी नीहारिकाएँ सारे आकाश में कहीं भी एक समान

सरी हुई नहीं है। हाँ; आकाश-गंगा की तरफ के आकाश में उनके पादलों की रुकावट के कारण वहाँ इनकी फैलाव की व्या का पूरा पता नहीं लग पाता। वास्तव में नीहारिकाओं के जैसे ही सामान्यतया देखे गये हैं। ऐसे कई गुच्छों में तो एक जैन या इतनी ही कुछ नीहारिकाएँ देखी गई हैं, जब कि दूसरे कई गुच्छों में सैकड़ों ही। इन कई गुच्छों में तो इन नीहारिकाओं की दिखावटी दूरियाँ आश्चर्यजनक रूप में कम हैं—बहुत ही कम और वह भी इनके व्यक्तिगत आकारों को देखते हुए। सचमुच, कुछ फोटो-चित्र तो ऐसे प्रतिचित्रण भी दिखावाते हैं जो करीब-करीब एक-दूसरे को छूते हुए से हैं, यद्यपि हम यह भी जानते हैं कि यह बात भ्रम के कारण ही है। हो सकता है कि हमारी दृष्टि रेखा की सीध में हो ऊपर की ओर यह नीहारिकाएँ एक-दूसरी से अलग-अलग अनन्त दूरी पर हों। यह बात मान लेने पर भी जो कुछ हो, कुछ गुच्छों में तो इनके एक-दूसरी से सटकर मुण्ड बनाने की बात आश्चर्यजनक जरूर है।

पाठकों के ध्यान में यह बात जरूर आई होगी कि इन पिण्डों को हमने सिर्फ नीहारिकाएँ ही कहा है, बिना किसी विशेषण के। यह नाम पहिले-पहल आकाश में दिखाई पड़नेवाले सभी धुंधले टुकड़ों अथवा धुंधले प्रकाश के गट्टरों को ही दिया गया था, परन्तु जब सफेद नीहारिकाओं का सही रूप जान लिया गया तो इनको एक उपयुक्त नाम देने के प्रश्न पर विद्वानों में काफी वाद-विवाद हुआ। क्योंकि यह सब आकाश-गंगा के जमाव के बाहर थी।

यह सर्वथा अनुपयुक्त होगा। और यदि इन्हें “आकारा-गंगा के जमाव” (बहुवचन) ही कहें तो भी यह उतना ही असंगत और तर्कहीन होगा जितना कि सभी बड़े शहरों को कलकत्ता (बहुवचन) कह कर पुकारना।

इन सब बातों को देखते हुए यही उपयुक्त मालूम होता है कि इनको “नीहारिकाएँ” इस जातिवाचक संज्ञा शब्द से ही पुकारा जाय। आकारा-गंगा के जमाव एवं अन्य ऐसे ही जमावों में नौसों के जो अपेक्षाकृत छोटे चमकदार बादल देखे जाते हैं, उनको उपरोक्त नीहारिकाओं से अलग करने के लिए “नौसीय नीहारिकाएँ” gaseous nebulae कहते हैं। अच्छा हो कि इन पिछले पिछों के लिए कोई और ही शब्द गढ़ लिया जाय।

इन नीहारिकाओं के गुच्छे ठीक वैसे ही उपयोगी हैं जैसे कि लघुमण्डलीय बादल। हम जानते हैं कि इस बादल के भीतर के सभी पिण्ड हमसे करीब एक ही दूरी पर ही हैं और इसके परिणाम स्वरूप उनके वास्तविक ढीलढोले उनके दिखावटी ढीलढोलों के समानुपातों में हैं। उनकी वास्तविक दीप्तियाँ भी उनकी दिय पड़नेवाली दीप्तियों के समानुपातों में हैं। यह तो सच है कि हमारी दृष्टि रेखा पर ही ऊपर की ओर लड़ा कोई एक नीहारिका गुच्छक, उस गुच्छक से जो हमारी दृष्टि रेखा पर एक समकोण बनाए हुए है, सम्भवतः काफी बड़ा हो; परन्तु सभी गुच्छकों के लिए तो ऐसा कहना शायद ही संभव होगा। यह भी हो सकता है कि कुछ पिण्ड जो देखने में तो किसी

तो, जहाँ तक उनकी संख्याओं का सम्बन्ध है, कोई गलत करने का अन्देशा न होगा। इन गुच्छों की नीहारिकाओं को गौर से देखने पर मालूम होगा कि यदि हम उनकी जातिय पर विचार करें तो उनकी समरूपता और भी स्पष्ट हो उठेगी। छोटी नीहारिकाएँ तो गोलाकार या शंखाकार ही पाई जावेंगी परन्तु बड़ी नीहारिकाएँ प्रायः ही पूर्ण विकसित कोणाकार मिलेंगी। थोड़ी बहुत नीहारिकाएँ मंगलीय बादलों की तरह अनियमित आकार की भी दिस पड़ेंगी। जो नीहारिका मध्यम डीलडोड की हैं उनकी किस्में भी मध्यम दर्जे की होंगी। उनकी इस श्रेणीबद्धता को देखते हुए हम आसानी से उनको एक क्रम में रख सकते हैं। यह क्रम ऐसा होगा कि छोटी नीहारिकाओं के पहिले उनसे बड़ी नीहारिकाओं को रखेंगे, फिर उनसे बड़ी को; और इसी तरह यह क्रम चलेगा। नीहारिकाओं की उत्पत्ति सम्बन्धी सिद्धान्तों को स्थिर करने में उनकी याम्यक पाँत बहुत महत्वपूर्ण योगदान देगी।

इस बात को समझने के लिए हम एक बहुत ही सीधी मालूम हमारी परिचित बात को उठाते हैं। मनुष्यों के कद और उनके शारीरिक अङ्गों के गठन और बनावट में एक सम्बन्ध होता है। यदि हम भिन्न-भिन्न कदों के कई मनुष्यों को एक पंक्ति में खड़ा करें और फिर उनके शरीरों की बनावटों का तुलनात्मक निरीक्षण करें तो हम देखेंगे कि उनमें कद में सबसे छोटे मनुष्य का शरीर घेदझा है; उसके सारे शरीर को देखते हुए उसका

सिर बहुत बड़ा है। ज्यों ज्यों ऊँचे कदों की ओर हम बढ़ते चलेंगे उनके शरीरों में वैसा ही क्रमिक फर्क भी देखते चलेंगे। हम देखेंगे कि उनके शरीरों की बनावट उसी क्रम में सुवर्द्ध होती चली जा रही है; यहाँ तक कि जब हम उस पाँव के छोर पर पहुँच कर सबसे लम्बे मनुष्य को देखेंगे तो उसके बड़े सिर और उसकी छात्रो धड़ में एक सामञ्जस्य पावेंगे। बीच के कदों के मनुष्यों में शरीर और सिर का यह अनुपात मध्यममान का ही होगा। कद के छोटे से बड़े होने के क्रम में ही उनके शरीरों की अन्य विशिष्टताएँ भी धीरे-धीरे ऊँचे की ओर चलती हुई सुधरती जाएँगी। उदाहरण के लिए, मुँह के दाँतों की संख्या पहिले तो शीघ्रता से बढ़ती हुई एक स्थिर उच्चतम संख्या पर पहुँच जाती है और फिर क्रमशः धीरे-धीरे घटने लगती है। गोद के बच्चे, घुटनों के बल चलने वाले बच्चे, बड़ी उम्र के बच्चे, किशोर और किशोरियाँ, स्त्रियों और पुरुष—यह है मनुष्यों के बढ़ने का क्रम और इन सबकी क्रमगत विशिष्टताओं से हम सुपरिचित ही हैं।

एक बात में तो यह उदाहरण आश्चर्यजनक रूप में इन नीहारिकाओं पर मौजूँ पड़ता है। मनुष्य प्राणियों में, उनकी छोटी उम्रों में, लैंगिक भेद सूक्ष्म ही रहता है। परन्तु ज्यों-ज्यों उनके कद बढ़ते जाते हैं यह भेद भी स्पष्ट और स्पष्टतर होता जाता है। नीहारिकाओं की भी ठीक यही हालत है। उनके बड़े नमूनों में दो स्पष्ट भिन्न जातियाँ हैं; एक तो सुनियमित

कोणाकार जैसी कि एम् ३१ और एम् ३३, और दूसरी "छन्वी पसरी कोणाकार।"

ऊपर मनुष्यों को लेकर जो उदाहरण हमने दिया है उसे नीहारिकाओं पर एक सीमा तक ही लागू करना चाहिए। मनुष्यों में तो गोद का शिशु धीरे-धीरे बढ़ कर युवक और फिर वृद्ध बन जाता है। परन्तु इसका यह मतलब नहीं कि ठीक इसी तरह छोटी आकारहीन नीहारिकाएँ भी बढ़कर एक दिन बड़ी कोणाकार नीहारिकाएँ बन जावेंगी; अथवा यह कि आज की यह बड़ी नीहारिकाएँ किसी अमाने की आकारहीन छोटी नीहारिकाओं की ही विकसित रूप हैं। सम्भव तो यही है क्योंकि विश्व-प्रकृति में विकास का यहो क्रम है, परन्तु नीहारिकाओं के विषय में ऐसा कह सकने का हमारे पास कोई प्रमाण नहीं है।

एक बात यहाँ कह देने की है और वह यह कि किसी एक दर्जे की नीहारिकाओं के डीलडौल और उनकी आन्तरिक दोलियाँ भी उतनी समरूप नहीं हैं जितने कि एक ही उम्र के मनुष्य प्राणियों के कद। उनका वित्तराव या फैलाव विराल है और सिर्फ औसत नीहारिकाएँ ही ऊपर लिखे क्रमगत सम्यन्धों को प्रदर्शित करती हैं। हमारे ही आकाश के गुच्छों में यह बात देखी जा सकती है। एम् ३३ उस दर्जे की नीहारिका है जो औसतवत् एम् ३१ के दर्जे की नीहारिकाओं से बड़ी है। फिर भी उसका व्यास एम् ३१ के व्यास का आधा ही है। मनुष्य

प्राणियों के उदाहरण के शब्दों में हम कह सकते हैं कि एम् ३३ एक बोना है और एम् ३१ माँदे छः गुट्टा एक लम्बा-चोड़ा गुररु।

नीहारिका गुच्छों की एक और विशेषता भी है। ४०० या ५०० नीहारिकाओं के गुच्छे स्पष्टतः ही एक दूसरे से मिलते जुलते होते हैं ; अपने दिग्ग पड़ने वाले बीलबीलों में भले ही भिन्न हों। अगर हम उन सबके फोटो-चित्र लें और दिखावट में छोटे प्रति-चित्रणों को पढ़ाकर उन्हें उनमें के सबसे बड़े प्रति-चित्रण के बराबर कर लें, तो देखेंगे कि कितनी स्पष्ट उनकी समरूपता है। हमारे ऊपर यही असर होगा कि उनके दिखावटी बीलबीलों की भिन्नताएँ उनकी दूरियों की भिन्नताओं के कारण ही हैं। आगे चलकर हम यही देखेंगे कि यह असर और भी पुष्ट हो गया है।

यहाँ आकर हम अपने आपको इस स्थिति में पाते हैं कि कुछ अपेक्षाकृत पास की नीहारिकाओं की दूरियाँ तो हम बहुत शुद्ध रूप में आँक चुके हैं। आकाश गंगा के सारे जमाव पर सफलता के साथ उपयोग किये गए तरीकों और कसौटियों का काम में लेकर ही उनकी दूरियाँ भी आँकी गई हैं। इन निश्चयवर्ती नीहारिकाओं, जो एक छोटे "स्थानीय गुच्छे" में की हैं, से भी आगे दूर बहुत दूर करोड़ों ही नीहारिकाएँ और भी हैं, जिनके कुछ प्रतिनिधि नमूनों को लेकर उनका निरीक्षण भी कर लिया गया है। इस निरीक्षण ने उनकी समरूपता के अनेक पहलू किये हैं, जिनकी सहायता से हम उन नीहारिकाओं का,

उनकी दूरियों के अनुसार, एक क्रम बना सकते हैं। एक बात और भी है कि यदि हम यह मान लें कि उन सभी गुच्छों के तमाम पिण्डों की दिस्त पढ़ने वाली समरूपता उनकी वास्तविकता समरूपता की चोख है तो हम उन गुच्छों को भी उनकी दूरियों के अनुसार एक शुद्ध क्रम में रख सकते हैं। इसके पहिले कि हम पूर्ण विश्वास के साथ अनन्त की गहराइयों में और ज्यादा बैठें, “स्थानीय गुच्छे” और बाकी नीहारिकाओं के बीच की खाई को पाट देना परमावश्यक है।

इस खाई को पाटने की दिशामें हमारा पहिला कदम यह होगा कि हम यह देखें कि किसी एक नीहारिका में, जो हमारे “स्थानीय गुच्छे” की नीहारिकाओं में न होकर उससे बिल्कुल अलग है, ऐसे कोई तारे अथवा दूसरे ऐसे पिण्ड जिनसे हम हमारी आकारा-गंगा में परिचित हो चुके हैं और खासकर सेफीड तारे, हैं या नहीं। दुर्भाग्य से अब तक काम में ली जाने वाली दूरवीनों में सबसे बड़ी १०० इंच व्यास की दूरवीन भी इतनी बड़ी नहीं थी कि यह अत्यन्त दूरवर्ती नीहारिकाओं के जमावों में निश्चयात्मक रूप में सेफीड तारों की उपस्थिति बतला सके। (अब २०० इंच व्यास की माउन्ट पैलोमर दूरवीन शायद यह काम कर सकेगी)। हा; उनमें की कुछ नीहारिकाओं में इस (१०० इंच) दूरवीन ने नवीन तारों, बहुत ही चमकीले “बी”—दूरवर्ती के तारों और दूसरे पहिचाने जाने लायक पिण्डों की उपस्थिति की खबरें तो हमें जरूर दी

हैं। इन ज्ञात पिण्डों के आधार पर उन नीहारिकाओं को उनकी दूरियाँ प्रदान की जा सकती हैं जो यद्यपि, एम् ३१ और एम् ३३ को दी गई दूरियों की सन्देहात्मकता की अपेक्षा थोड़ी और ज्यादा सन्देहात्मक तो हो सकती हैं, मगर होंगी उनकी दीर्घियों के सही दूजों के अनुसार ही। उन नीहारिकाओं से परे कुछ ऐसी नीहारिकाएँ हैं, जिनमें सिर्फ बहुत ही थोड़े तारे स्पष्ट दिख पाते हैं। ऐसी हालतों में जो कुछ हम कर सकते हैं वह यही कि आकाश-गंगा के अत्यधिक चमकीले तारों और “स्थानीय गुच्छे” की नीहारिकाओं के तारों के साथ उनकी तुलना करें। इस तुलनात्मक निरीक्षण पर हम कुछ भरोसा भी रख सकते हैं; क्योंकि ऐसा मानने के कई कारण हैं कि कोई भी तारा, सिवाय नवीन तारों के, सूर्य के प्रकार से ५०,००० गुने से ज्यादा प्रकाश का तो कभी नहीं हो सकता। हम यह तो विश्वास के साथ कह सकते हैं कि किसी भी एक जमाव में, जिसमें करोड़ों ही तारे हों, कुछ तारे तो ऐसे होंगे ही जो इस ऊँची से ऊँची प्रकार-शक्ति तक जा पहुँचे हों।

नूतन तारों novae का हम पहिले ही उल्लेख कर आये हैं। आकाश-गंगा के जमाव में और उसके पड़ोसी एम् ३१ और एम् ३३ नीहारिकाओं में यह तारे प्रायः बार-बार दिखते रहते हैं। इन जमावों में प्रति वर्ष २० से लेकर ५० तक यह तारे दिखते रहते हैं। नूतन तारों की एक और भी जाति है, जो बहुत ही दुर्लभता से देखी जाती है। अपनी पूर्णतम अवस्था

में इस किस्म के तारे साधारण नूतन तारों की अपेक्षा कई हजार गुनी दीप्ति प्राप्त कर लेते हैं। ऐसी धारणा की जाती है कि किसी एक नीहारिका में करीब प्रत्येक ५०० वर्षों के अन्तर पर ऐसे एक बड़े नूतन तारे के दिखाई पड़ जाने की सम्भावना बनी रहती है। सन् १५७२ ई० में आकाश-गंगा के जमाव में ऐसा ही एक तारा दिखाई पड़ा था। यह तारा दिन के प्रखर प्रकाश में भी आकाश में टिमटिमाता हुआ देखा जाता था। सन् १८८५ ई० में भी दूसरा ऐसा ही एक तारा एम् ३१ नीहारिका में दिख पड़ा था। उस तारे की चमक उस नीहारिकाकी सम्पूर्ण चमकका एक काफी बड़ा हिस्सा थी। समय समय पर अन्य नीहारिकाओं में भी ऐसे ही तारे देखे गए थे। इनको “अति नूतन तारे” super novae नाम दिया गया।

यह अति नूतन तारे भी हमारे निरीक्षण के कामों में बहुत ही सहायता करते हैं, क्योंकि दूसरे तारों की तुलना में इतने ज्यादा चमकीले होने के कारण जब कभी यह अत्यन्त दूर की किन्हीं नीहारिकाओं में दिख पड़ते हैं तो अपनी दृश्य उपस्थिति की सहायता से हमें उन नीहारिकाओं की दूरियों पकड़ा जाते हैं और इस प्रकार दूसरे तरीकों से प्राप्त उनकी दूरियों को जाँचने में हमें काफी सुविधा हो जाती है। हमें यह पहिले से ही मान लेना होता है कि सारे ही अति नवीन तारे विश्व में सर्वत्र एक ही आन्तरिक दीप्तियाँ रखते हैं और यह बात सिर्फ एक आनुमानिक सत्य है। जो कुछ हो ; नीहारिकाओं में दिख पड़नेवाले

इन "नये" तारों पर सजग नजरें रखनी पड़ती हैं, क्योंकि वह नीहारिकाएँ स्वयं ही अपने सम्पूर्ण रूप में इतने छोटे दृश्य डोल-डोल की होती हैं कि उनमें के साधारण तारे तो एक दूसरे से अलग देखे भी नहीं जा सकते।

सौभाग्य से बड़े नीहारिका गुच्छकों में से हमारे सब से पास के एक तारा गुच्छक में (कन्या नक्षत्र मण्डल के भीतर) अच्छी तरह विकसित कुछ कोणाकार नीहारिकाएँ हैं जिनके थोड़े-से तारे तो स्पष्ट भी देखे जा सकते हैं। उन तारों ने इस गुच्छक की एक काफी विशाल दूरी बताने में हमारा बहुत हाथ बढ़ाया है। यह दूरी ४० लाख पार्सेक अथवा करीब १४० लाख प्रकाश-वर्ष है। ऊपर हमने जो एक मान्यता बनाई थी, उसी आधार पर उस गुच्छक की दूरी ने दूसरे सभी बड़े गुच्छकों की दूरियाँ बताने ही सही रूपों में जानने में हमें पूरी सहायता दी है। यहाँ पर एक बात और भी कहनी है। आज के कुछ सन्नैतिक इन नीहारिकाओं को एक विकासशील क्रम में रखा जा सकते हैं कि ऊपर लिखी तीसरी दृष्टि की अनुशासन-वर्धित नीहारिकाएँ ताजी और नयी जन्मी हुई हैं और वे शकल भीरे-भीरे, यह नीहारिकाएँ पहिले तो अपने बड़े-बड़े से घूमने वाली कोणाकार नीहारिकाएँ आगे बढ़कर अपने विकास की दृष्टि अन्त में घाने देग की स्थिति में

परन्तु अधिकांश वैज्ञानिक जोर देकर यही मत प्रकट करते हैं कि नहीं; वह सभी नीहारिकाएँ एक ही साथ जन्मी हैं। इनका कहना है कि भिन्न-भिन्न किस्मों की वह सभी नीहारिकाएँ अपने जन्म के समय ही त्रिन भिन्न भिन्न गतियों को पकड़ चुकी थी, उनके अनुसार ही उनके आकार भी बन गये थे। इनका यह भी कहना है कि उनके इन वेगों ने ही यह भी निश्चित कर दिया था कि उनकी शुरु की द्रव्य-मात्रा *Primordial matter* का कितना भाग तो घना होता हुआ तारों के रूप में जल उठेगा और कितना भाग गैसों और धूल के बादलों के रूप में आजादी के साथ इधर उधर बहता किरेगा।

विश्व-बादल।

यहाँ हम इन बादलों का जिक्र भी कर देना चाहते हैं। विश्व-प्रक्षालक के रहस्यों में सबसे अधिक रहस्यपूर्ण हैं द्रव्य या पदार्थ *matter* के शुरु के विशाल समूह जो धूल और गैसों के बादलों के रूप में अनन्त के पेट में इधर उधर बहते किरते हैं। सभी नीहारिकाओं की भुजाओं को बनाने वाले तारों के बीच, और अनियमित नीहारिकाओं के बड़े बड़े क्षेत्रों में, बहते हुए वह बादल अपने आपको हमारे सामने तभी प्रकट करते हैं जब या तो वह अपने पास के किन्हीं तारों के प्रकाश को पकड़कर स्वयं प्रकाशित से हो उठते हैं, अथवा जब कभी वह उन तारों और नीहारिकाओं के आगे आकर उनके प्रकाश को रोक लेते हैं और

इन "नये" तारों पर मजग नजरें रगनी पड़ती हैं, क्योंकि यह नीहारिकाएँ स्वयं ही अपने सम्पूर्ण रूप में इतने छोटे दृश्य डीङ्ग-डोङ्ग की होती हैं कि उनमें के साधारण तारे तो एक दूसरे से अलग देखे भी नहीं जा सकते।

सौभाग्य से वहाँ नीहारिका गुच्छकों में से हमारे सब से पास के एक तारा गुच्छक में (कन्या नक्षत्र मण्डल के भीतर) अच्छी तरह विकसित कुछ कोणाकार नीहारिकाएँ हैं जिनके थोड़े-से तारे तो स्पष्ट भी देखे जा सकते हैं। इन तारों ने उस गुच्छक की एक काफी विशिष्ट दूरी बताने में हमारा बहुत हाथ बढ़ाया है। यह दूरी ४० लाख पार्सेक अथवा करीब १४० लाख प्रकाश-वर्ष है। ऊपर हमने जो एक मान्यता बनाई थी, उसके आधार पर उस गुच्छक की दूरी ने दूसरे सभी बड़े गुच्छकों की दूरियाँ उतने ही सही रूपों में जानने में हमें पूरी सहायता दी है।

यहाँ पर एक बात और भी कहनी है। आज के कुछ खगोल वैज्ञानिक इन नीहारिकाओं को एक विकासशील क्रम में रखकर यह कहते हैं कि ऊपर लिखी तीसरी किस्म की अनुशासन-हीन अनियमित नीहारिकाएँ ताजी और नयी जन्मी हुई हैं और आगे जाकर, धीरे-धीरे, यह नीहारिकाएँ पहिले तो अपने चारों ओर प्रचण्ड वेग से घूमने वाली कोणाकार नीहारिकाएँ बन जावेंगी; फिर, और आगे चलकर अपने विकास की इन अवस्थाओं में से होती हुई, अन्त में धीमे वेग की शङ्खाकार नीहारिकाएँ हो जायेंगी।

अनन्त के किसी सुदूर क्षेत्र में रहने वाले किसी एक तारे अथवा तारा-समूह से चलकर उसकी रेडियो-लहरें अपनी भीषण गति से चलती हुई, बिना कहीं रुके, हमारी पृथ्वी पर आज पहुँच रही हैं। यह रेडियो लहरें इस सम्भावना को जन्म दे रही हैं कि विश्व के जिस रूप को हम अपनी “दर्शक-दूरबीनों” से देख पा रहे हैं उसके साथ ही साथ इसका ऐसा एक रूप और भी है जो हमसे ओझल ही रह रहा है।” सर एपल्टन ने, अपने भाषण में आगे चल कर, इन रेडियो-लहरों को भेजनेवाले अलक्ष्य पिण्डों को “काले तारे” The Black stars कहा है।

वह तारे किसी भी प्रकार का प्रकाश नहीं देते हैं ; और क्योंकि हम अनन्त के तारों को सिर्फ उनके अपने प्रकार की सहायता से ही देख पाते हैं, इसलिए वह हमें दिखाई नहीं पड़ सकते हैं। प्रकाश न सही; परन्तु रेडियो-लहरों के रूप में अपने दूतों को तो वह चारों ओर भेजते हैं ही ताकि यह बाहर के दूसरे पिण्डों के साथ उनका सम्बन्ध जोड़ सकें। आज ऐसी रेडियो दूरबीनें बना भी ली गई हैं जो इन लहरों को पकड़कर उनके सन्देश हमें पहुँचा सकें। ऐसी एक बड़ी दूरबीन के विषय में हम चौथे परिच्छेद में, दूरबीनों का जिक्र करते समय, कुछ लिख आये हैं।

सर एपल्टन ने यह भी बताया कि इस तरह की रेडियो-लहरों को फेंकने वाले दो मूलस्रोतों का पता भी लग चुका है। उनमें से एक तो राजहंस नक्षत्र-मण्डल The constellation

इस प्रकार हमारे धीरे उनके बीच एक अग्रादृशी पर्दा-सा डाल देते हैं।

इन बादलों का घनत्व density इतना कम होता है—प्रत्येक क्यूबिक इंचमें सिर्फ १६ ही अणु—जिसकी कल्पना करना भी दुर्गह है। पृथ्वी पर हमारी प्रयोगशालाओं में हम भरसक चाहे जितना शुद्ध एक शून्य क्षेत्र बनावें फिर भी वह इस घनत्व से नीचे दर्जे का ही होगा। परन्तु सूर्य के पास के आकाश में बिखरे हुए यह बादल इतने विशाल परिमाण में होते हैं कि उनकी समूची द्रव्य-मात्रा उस क्षेत्र के सभी तारों की संयुक्त द्रव्य-मात्रा के बराबर ही होती है।

यह विश्व-बादल the cosmic clouds बड़े ही महत्वपूर्ण हैं; क्योंकि इस सृष्टि की रचना के यही मूल आदिम कच्चे द्रव्य raw materials हैं।

अलख-अगोचर की टोह।

इस विश्व के रहस्यमय उदर में कुछ ऐसे तारे और उनके घड़े-घड़े समूह भी हैं जो, न मालूम क्यों, हमारी आँखों से ओझल रहना ही पसन्द करते हैं।

ब्रिटेन (इंग्लैण्ड) की “विज्ञान-प्रगतिसम्मेलन” The British Association for the Advancement of science की वार्षिक बैठक में, जो २ सितम्बर सन् १९५६ ई० के दिन लिबरपूल शहर में हुई थी, बोलते हुए उसके सभापति सर एडवर्ड एपल्टन ने कहा था; “आज से करीब १० करोड़ वर्ष पहिले,

भी स्पन्दन शुरू नहीं हुआ था ; परन्तु इसे सुन हम आज रहे हैं ! १८६,३०० मील प्रति सेकण्ड के भीषण वेग से निरन्तर बढ़ता हुआ यह सन्देश बीसवीं शताब्दी के मनुष्यों द्वारा आविष्कृत यन्त्रों से आज सुना जा रहा है । कल्पना तो कीजिए जरा बस दूरी की, जिसे इस सन्देश ने इस बीच पार की है ! यह तारा एक “काला तारा” है जो आगे आनेवाली अनगिनत शताब्दियों तक भी मनुष्य की नज़रों में न पड़ेगा ।

तारों के जन्म की तरह उनकी मृत्यु का देखा जोखा भी इस रेडियो दूरबीन की देख-रेख में ही होगा । सन् १९७२ ई० में टाइको ब्राही ने अपने समय प्रचलित एक दूरबीन के द्वारा एक तारे को विशीर्ण होते देखा था । यह घटना, जिसे एक “अति-नूतन तारा” *a super nova* कहते हैं, इस बात की द्योतक है कि सूर्य की तरह का ही एक ज्योतिषिण्ड अचानक गैसों की ढँची छपटों में फैलता हुआ अपने साधारण व्यास की अपेक्षा हजारों गुना बड़े व्यास का हो उठा है । “तारों के देश में” शीर्षक पाँचवें परिच्छेद में हम इसकी यथार्थ स्थिति और क्रम को बतला आये हैं (देखिए रेखा-चित्र २१) ।

वास्तव में, टाइको ब्राही ने एक मृत्यु-दृश्य ही देखा था,— उसने एक तारे को मरते देखा था । इस बात को आज करीब ४०० वर्ष बीत चुके हैं । परन्तु हमारी “दर्शक-दूरबीनें” आज घेष्टा करने पर भी उसका कोई निशान नहीं देख पायीं—प्रकाश-शील डुकड़ों में भी नहीं ।

of cygnus में है ; और दूसरा अधिक शक्ति-शाही स्रोत कराय नक्षत्र-मण्डल The constellation of casseiopeia में है । उन दोनों ही नक्षत्र-मण्डलों में इन लहरों से सम्बन्धित कोई भी तारा दिखाई नहीं पड़ रहा है ।

इतना सब कुछ कह चुकने पर सर एपल्टन ने यह सवाल ठाया कि क्या वह रेडियो-तारे (इन लहरों को भेजने वाले तारे) हमारा अन्धकार में डिपटे रहने वाले अथवा काले तारे ही हैं ? यदि हाँ ; तो निश्चय ही विश्व में, हमारे लिए, वह विलुप्त नयी चीजें हैं ।

जोड्जेल बैंक पेघशाळा की रेडियो दूरबीनने, जिसका पूरा परिचय हम चौथे परिच्छेद में देखे चुके हैं अनन्त के इस अदृश्य क्षेत्र में जन्म लेते हुए शिशु-तारों की बिल-बिलाहटें भी सुनी हैं । इस दूरबीन पर लगे हुए एक पर्दे पर हरी रोशनी की एक महीन रेखा एक प्रकाशमय सन्देश रगड़ती है । यह है एक तारे के जन्म की घोषणा जो स्वयं, अनन्त के उस रहस्यमय क्षेत्र में, हम से (१ लाख \times १ लाख \times १ लाख) अथवा १,०००,०००,०००,०००,००० मील दूर, कहीं, जन्म ले रहा है ।

वह शिशु-तारा स्वयं ही अपने जन्म की यह घोषणा करता है—इस सन्देश का प्रेषक Transmitter है । हमारी इस रेडियो-दूरबीन के पर्दे पर रोशनी की हरी रेखा का जो सन्देश अंकित होता है, वह उसकी जन्म समय की बिलबिलाहट है जो उसने तब की थी जब हमारी पृथ्वी पर जीवन का कोई सूक्ष्म

भी स्पन्दन शुरू नहीं हुआ था ; परन्तु इसे सुन हम आज रहे हैं ! १८६,३०० मील प्रति सेकण्ड के भीषण वेग से निरन्तर दौड़ता हुआ यह सन्देश बीसवीं शताब्दी के मनुष्यों द्वारा आविष्कृत यन्त्रों से आज सुना जा रहा है । कल्पना तो कीजिए जरा उस दूरी की, जिसे इस सन्देश ने इस बीच पार की है ! यह तारा एक “काळा तारा” है जो आगे आनेवाली अनगिनत शताब्दियों तक भी मनुष्य की नज़रों में न पड़ेगा ।

तारों के जन्म की तरह उनकी मृत्यु का देखा जोखा भी इस रेडियो दूरबीन की देख-रेख में ही होगा । सन् १५७२ ई० में टाइको ब्राही ने अपने समय प्रचलित एक दूरबीन के द्वारा एक तारे को विरीर्ण होते देखा था । यह घटना, जिसे एक “अति-नूतन तारा” & *super nova* कहते हैं, इस बात की घोटक है कि सूर्य की तरह का ही एक ज्योतिषिण्ड अचानक गैसों की ऊँची लपटों में फैलता हुआ अपने साधारण व्यास की अपेक्षा हजारों गुना बड़े व्यास का हो उठा है । “तारों के देश में” शीर्षक पाँचवें परिच्छेद में हम इसकी यथार्थ स्थिति और क्रम को बतला आये हैं (देखिए देखा-चित्र २१) ।

वास्तव में, टाइको ब्राही ने एक मृत्यु-दृश्य ही देखा था,— उसने एक तारे को मरते देखा था । इस बात को आज करीब ४०० वर्ष बीत चुके हैं । परन्तु हमारी “दर्शक-दूरबीनें” आज चेष्टा करने पर भी उसका कोई निशान नहीं देख पायीं—प्रकाश-शील डुकड़ों में भी नहीं ।

सन् १९५२ ई० की मीघम ऋतु में दैनवरी ब्राउन ने अनन्त एक शून्यक्षेत्र से, जहाँ कोई भी पिण्ड दिखाई नहीं पड़ रहा आते हुए कुछ शक्ति-शाली इशारे देखे। उसने उनकी जाँच के लिये ताल शुरु की। मालूम हुआ कि वह इशारे टाइको ब्राही के उस तारे से आ रहे थे जो दम तोड़ रहा था और इस प्रकार ब्राउन ने उस तारे की अन्तिम घों-घों सुनी थी।

आस्ट्रेलिया महादेश के एक रेडियो-स्वगोलक्ष षोल्टन ने कर्क-नक्षत्र-मण्डल The crab constellation से आते ऐसे ही शक्ति-शाली इशारों को पकड़ा। आकाश के कुछ शक्ति-शाली रेडियो-स्रोतों में यह नक्षत्र-मण्डल तीसरा है। दूसरे के जैसा कि हम ऊपर लिख आये हैं, राजहंस और करयप नक्षत्र-मण्डल हैं। पिछले तीन चार वर्षों से यह दोनों ही नक्षत्र-मण्डल रेडियो-स्वगोलक्षों के अतिप्रिय अखाड़े रहे हैं।

अनुमान लगाया जाता है, और ऐसा करने के कुछ आधार भी हैं, कि राजहंस नक्षत्र-मण्डल के इशारे तो दो नीहारिकाओं अथवा आकाश-गङ्गाओं की आपसी भिड़न्त के सूचक हैं।

यह तो हम जानते ही हैं कि कोई एक आकाश-गङ्गा या नीहारिका तारों का एक विराल मेला ही है—पृथ्वी, चन्द्रमा, शुक जैसे ग्रहों का नहीं, अपितु सूर्य का। हमारी अपनी ही आकाश-गङ्गा में सूर्य की तरह के ही करीब १००,०००,०००,००० (एक लख) तारे हैं। ऐसी दो आकाश-गङ्गाओं की आपस की भिड़न्त के दृश्य की कल्पना तो कीजिए जरा !



‘बबू’ के दायाँ टखन लेटी हुई दो वीरगतिधर्मों को अद्विष्ट किया
 गया है (१९५०)

तारों के देश के हमसे एक ओमल्ल भाग में उनके अपने जन्म, मृत्यु, विवाह-शादियाँ और आपस में मिहन्त इत्यादि अनेक कर्म होते रहते हैं जिनको अब हम प्रत्यक्ष तो नहीं देख पाते, परन्तु रेडियो-दूरबीनों के द्वारा उन सब की खबरें हमें अवश्य मिल जाती हैं।

रेडियो दूरबीनों के काम भी लुप्त है ! अनन्त के पेट में लुप्त छिप कर बैठे हुए तारों की टोह लगाती हैं ; आकाश-गंगा के एक विशाल भाग को ढँक रखने वाले तारों की धूल के पर्दे को चीर डालती हैं ; अनन्त के उन भागों को ढूँढ़ लेती हैं जहाँ आकाश-गंगाई आपस में नाता जोड़ कर एक दूसरे से मिलती भिंटती रहती हैं ; दिन के मखर प्रकाश में भी भ्रमण-शील धूम-केतुओं के मार्ग पर सजग दृष्टि रखती हैं और अनन्त की दागी हुई उन गोळियों को भी बखूबी देख लेती हैं जो हमारे ऊपर के वायु-मण्डल में निरन्तर अणुओं की धौलारें करती रहती हैं।

नौसत यहाँ तक आ चुकी है कि आज कोई भी बादल अनन्त के रहस्यों को अपने पीछे छिपाकर अज्ञात नहीं रख सकता ; तारों का कोई भी धूलि-पटल अब रेडियो-नाक्षत्रिकों को अन्धा नहीं बना पाता। सच तो यह है कि विश्व के साठों ही पर्दे आज उनके सामने खुल गये हैं।

रेडियो दूरबीनों की शह पाकर आज वैज्ञानिकों का साहस इतना बढ़ गया है कि वह अब उनके द्वारा अनन्त में बिखरे हुए वज्र-अणुओं atoms of hydrogen से भी इक्षित पाने की

कोशिशों में हैं। कितना महान् आश्चर्य है यह! हम जानते हैं कि किसी एक उद्भजन-अणुका व्यास एक इंच के दसलाखवें भाग के भी १०० वें हिस्से के व्यास के बराबर है; और यह भी कि, तारों के बीच-बीच के क्षेत्रों की पतली गैसों के प्रत्येक क्यूबिक सेन्टीमीटर भाग में सिर्फ एक ही उद्भजन-अणु पाया जाता है। परन्तु, एक आसानी तो जरूर है; यह प्रत्येक अणु २१ सेन्टीमीटर लहर-लम्बाइयों की रेडियो-लहरें पेंकता रहता है और उनको ग्रहण कर सकने में समर्थ ग्राहक-दण्ड *aerials* बड़े भी किए जा रहे हैं।

यदि रेडियो-नाक्षत्रिक विद्वान् अपने इन प्रयत्नों में सफल हुए तो आगे जाकर वह “दर्शक-दूरबीनों” को प्रयोग करने वाले नाक्षत्रिकों को यह निर्णय करने में बड़ी मदद देंगे कि, क्या सच-मुच हमारा यह विश्व आगे की ओर दूरदूर भागा चला जा रहा है (इस विषय का खुलासा हम आगे बारहवें परिच्छेद में करेंगे); यदि हाँ, तो कैसे और क्यों यह प्रक्रिया सम्भव हुई।

इस पुस्तक के प्रारम्भ से लेकर यहाँ तक हमने विश्व की समूची जायदाद, जो आज तक हमारे ज्ञान में आ चुकी है, की एक लम्बी फेहरिस्त दे डाली है। परन्तु हमारे प्रयोग तो चालू हैं ही; आगे जाकर शायद और भी कोई अज्ञात जल-जमीन निकल पड़े और इस फेहरिस्त में शामिल कर दी जाय। तालिका को बनाने में हमने जो प्रयोग किए थे, उनकी कड़ी जाँच भी हम करते गये हैं। ज्यों ज्यों हमारे चालू प्रयोग आगे

बढ़ते जाते हैं, उनसे प्राप्त परिणामों को हम साथ ही साथ जाँचते भी चले जाते हैं। इस जाँच में हम विश्व में पाए जाने वाले समरूपता के पहलुओं का ही सहारा लेते हैं। इस समरूपता को जानने के लिये हम विश्व के ज्योति-पिण्डों की, उनकी अपनी अपनी जातियों या वर्गों के आधार पर, एक दूसरे से तुलना भी करते रहते हैं। जाँच के यह साधन अपने आप पर ही निर्भर एक सम्पूर्णता को व्यक्त करते हैं। वह सब एक दूसरे की पुष्टि करते जाते हैं और इस तरह यह जान कर कि, निःसन्देह हम सही मार्ग पर ही चल रहे हैं, हमारा विश्वास और साहस भी बढ़ता जाता है। इस मार्ग को पकड़ पाने में हमें अनेक विद्वानों के बहुमुख्य नेतृत्व मिले हैं, जिनमें हबल, श्मैशन और स्लीफर के नाम हम बड़ी श्रद्धा के साथ लेते हैं। इस मार्ग पर हम चल तो निकले हैं और आगे बढ़े भी चले जा रहे हैं; परन्तु ज्यों ज्यों हम आगे बढ़ते जाते हैं, मार्ग भी लम्बा और अधिक लम्बा होता चला जाता है। इसके दोनों ही ओर तारों और नीहारिकाओं की यस्तियाँ हैं—घनी भी और विरल भी। उनके घनों की खिड़कियों में से झाँकते हुए प्रकारा हमें अपनी ओर बढ़े चले आने का इशारा कर रहे हैं। न तो यह यस्तियाँ ही खत्म होने का नाम लेती हैं और न यह मार्ग ही। क्या इसका कोई ओर-छोर नहीं है? क्या यह आइन्स्टीन का कल्पित एक चौखटा *Continuum* तो नहीं है, जो करोड़ों और अरबों प्रकाश-वर्षों तक घुमा-फिरा कर हमारी नज़रों को

वापिस हमारी पृथ्वी पर ही फिर ला पटकेंगा ! इन प्रश्नों के उत्तर पाने की हम, आगे तेरहवें परिच्छेद में, कोशिश तो जरूर करेंगे ।

ग्यारहवाँ परिच्छेद क्या हम विश्व में अकेले ही हैं ?

अनन्त 'देश' Space में चारों ओर बिजरे हुए अनगिनत तारों के स्वरूपों और पृथ्वी की अपेक्षा उनकी दूरियों को जान लेने पर सहज ही हमारी उत्सुकता का मुकाब यह जानने की ओर हो उठा है कि मुद्दूर उन पिण्डों पर और भी कहीं हमारी पृथ्वी की तरह जीवन का स्पन्दन और बहुमुखी विकास हुआ है या नहीं । असंख्य भीमकाय तारों के इस विश्व में क्या अकेली पृथ्वी को ही यह सौभाग्य प्राप्त हुआ है ? इस भयावह विस्तार में क्या हम अकेले ही जीवधारी हैं ? क्या और भी कहीं हमसे मिलते-जुलते, हमसे अधिक ऊँचे अथवा हीन जीवन-स्तर के प्राणी निवास करते हैं ।

यह प्रश्न जितने रोचक हैं उतने ही रोचक होंगे वैज्ञानिक शोधों से प्राप्त तथ्यों पर आधारित उनके उत्तर जिन पर हम विश्व-सृष्टि में हमारी समुचित स्थिति और महत्व को धाँक

पावेंगे। आज का विज्ञान इस दिशा में सत्य का जितना कुछ साक्षात् दर्शन कर चुका है उस पर हम इन प्रश्नों के उत्तर खोजने का प्रयास यहाँ करेंगे।

बात को शुरू करने के पहिले हम यह लिख देना चाहते हैं कि हमें यह न भूल जाना चाहिए कि जीवन के उद्भव, और अनुकूल परिस्थितियों में उसके बहुमुखी विकास, के विषयमें हमारा समूचा ज्ञान एक दुर्लभ्य चहारदीवारी में ही घिरा हुआ है। पृथ्वी पर हमारे चारों ओर जीवन को हम अनेक रूपों में थिरकते देखते हैं। यहाँ पर जिन परिस्थितियों में जीवन पहले पहल फूट पड़ा था उनको हम अब बसूरी जान भी गये हैं। यही नहीं; आज तो हमारे वैज्ञानिकों ने अपनी प्रयोगशालाओं में उन परिस्थितियों को जुटाकर कृत्रिम जीवन का निर्माण भी कर लिया है। इस विषय में हमारा यह ज्ञान हमारी कल्पनाओं पर इतना हावी हो उठा है कि हम और किन्हीं भिन्न रूपों और भिन्न परिस्थितियों में जीवन के विकास की कल्पना भी नहीं कर पाते। सुदूर विश्व में जीवन के विकास और स्वरूपों में यदि कोई वैषिष्ट्य हों भी तो हम उन्हें अभी तो नहीं जान पावेंगे।

प्रासंगिकता चाहे जो और जैसी हा, हमारे इस अनुभव-जन्य ज्ञान के प्रकार में हो हम यह जानने की चेष्टा करेंगे कि पृथ्वी के बाहर और भी कहीं जीवन फुटक रहा है या नहीं।

समझने में सहूलियत के लिए पहिले हम पृथ्वी पर जीवन के उद्भव और विकास की कहानी लिख देते हैं।

अपनी रसायन-शालाओं में किए गये प्रयोगों के बलपर वैज्ञानिकों को आज पूरा भरोसा हो चुका है कि पृथ्वी पर जीवन का सर्वप्रथम प्रादुर्भाव जड़ या अचेतन द्रव्य से स्वयमेव हुआ था। जब हम उद्‌जन (hydrogen), पानी, बेन्झीन (benzene), अण्डों के आल्बुमिन (egg albumin), इन्सुलिन (insulin), वैक्सीन विरस (vaccine virus) और बैक्टीरिया (bacteria) जैसे क्रमशः प्रगतिशील रासायनिक मिश्रणों के गठन को देखते हैं तो हमारे लिए यह असम्भव सा हो जाता है कि हम अजीव या अचेतन पदार्थों से सजीव या चेतन पदार्थों को पृथक् करने के प्रयास में कोई एक बिभाजक रेखा खींच सकें।

हमने उद्‌जन से लेकर बैक्टीरिया तक विकास की जिस क्रमिक शृङ्खला का ऊपर उल्लेख किया है, उसकी आदिम कड़ी उद्‌जन तो प्रत्यक्ष एक जड़ तत्व है। यह तत्व उद्‌जन ही एक दूसरे तत्व आक्सीजन के साथ मिलकर इस शृङ्खला की अगली कड़ी 'पानी' बन जाता है। स्पष्ट ही पानी एक मिश्र-द्रव्य है और जड़ भी। पानीकी एक सूरी से तो हम सब परिचित हैं ही। बरसाव की मौसिम में कपड़ों के भीग जाने पर यदि उनकी सीछन कुछ दिनों घनी रहे तो उनमें छोटे-छोटे कृमि उत्पन्न होकर अचानक रेंगने लग जाते हैं। हमारे रहने के मकानों के अंधेरे कोनों में भी पानी की सीछन घनी रहने पर ऐसे ही कृमि रेंगते हुए नजर आते हैं। जो कुछ हो; स्वयं एक जड़ द्रव्य से दिखनेवाले पानी

का सजीव सृष्टि के उत्पादन में एक प्रमुख सक्रिय हाथ तो नजर में आता ही रहता है।

पानीसे आगेकी कड़ियाँ हैं वेन्मीन आल्युमिन, इन्सुलिन और बैक्सीन विरसू। इनके आगे, अन्तिम कड़ी बैक्टीरिया तो प्रत्यक्ष एक सजीव सूक्ष्म कीटाणु है। इस प्रकार एक जड़तत्व चूजन ही बीच के इन स्तरों में से गुजरता हुआ एक प्रत्यक्ष सजीव कीटाणु (बैक्टीरिया) बन जाता है। यह सब देखते हुए भी इनमें के किसी एक खास स्तर को लेकर हम हृदय निश्चय के साथ यह नहीं कह सकते कि ठीक यहीं आकर जड़तत्व एक सचेतन जीव बनना आरम्भ करते हैं। कैलीफोर्निया विश्व-विद्यालय के डा० वेन्डेल स्टान्सी के शब्दों में हम केवल यही कह सकते हैं कि बैक्सीन विरसों के ऊपर किए गये रासायनिक प्रयोगों ने हमें यह सोचने के लिए कुछ नये कारण दिए हैं कि जिस जीवन से हम परिचित हैं वह कहीं से अकस्मात् ही नहीं फूट पड़ा है; वह तो सभी द्रव्यों या पदार्थों में अन्तर्निहित है।

चाहे जो हो ; वैज्ञानिकों का आज यही अनुमान है कि हमारी पृथ्वी पर जीवन का सर्व-प्रथम आविर्भाव सम्भवतः आज से करीब एक या दो अरब वर्षों पहिले समुद्र के गर्भ में ही हुआ था। संस्कृत भाषा के इस शब्द 'समुद्र' की व्युत्पत्ति कितनी सार्थक है ?— 'समुद्रवन्ति (सम्+उ+ गत्यर्थक 'द्रु' धातु) भूतानि यस्मिन् सः समुद्रः'; अर्थात् जिसमें प्राणी अपनी गति या जीवन प्राप्त करते हैं उसे समुद्र कहते हैं। मनुस्मृति के

अपनी रसायन-शास्त्राओं में छिप गये प्रयोगों के बजार वैज्ञानिकों को आज पूरा भरोसा हो चुका है कि पृथ्वी पर जीवन का सर्वप्रथम प्रादुर्भाव जड़ या अचेतन द्रव्य से स्वयंसे हुआ था। जब हम उद्भवन (hydrogen), पानी, बेंज़ीन (benzene), अण्डों के आल्बुमिन (egg albumin), इन्सुलिन (insulin), वैक्सीन विरस (vaccine virus) और बैक्टीरिया (bacteria) जैसे कमरा: प्रगतिशील रासायनिक मिश्रणों के गठन को देखते हैं तो हमारे लिए यह असम्भव सा हो जाता है कि हम अजीब या अचेतन पदार्थों से सर्वांग या चेतन पदार्थों को तृप्त करने के प्रयास में कोई एक दिमाग रेली खांच सके।

हमने उद्भवन से लेकर बैक्टीरिया तक विकास की प्रक्रिया का ऊपर उल्टे-धुल्टे किया है, उसकी आदिम कड़ी उद्भवन तो प्रत्यक्ष एक जड़ तत्व है। यह तत्व उद्भवन ही एक दूसरे तत्व आक्सीजन के साथ मिलकर इस गृहस्थ को ढगड़ी कड़ी 'पानी' बन जाता है। स्पष्ट ही पानी एक मिश्र-द्रव्य है और जड़ भी। पानीकी एक सूत्री से तो हम सब परिचित हैं ही। बरसात की मौसिम में कपड़ों के भीग जाने पर यदि उनकी सीलन कुछ दिनों बनी रहे तो उनमें छोटे-छोटे कृमि उत्पन्न होकर अचानक रेंगने लग जाते हैं। हमारे रहने के मकानों के अंधेरे कोनों में भी पानी की सीलन बनी रहने पर ऐसे ही कृमि रेंगते हुए नजर आते हैं। जो कुछ हो; स्वयं एक जड़ द्रव्य से दिखनेवाले पानी

मण्डल और समुद्रों में एक गर्म रासायनिक घोल के रूप में रहते रहे। समय पाकर उन द्रव्यों ने एक दूसरे के साथ और पानी के साथ मिलकर कुछ और रासायनिक प्रतिक्रियाएँ कीं। इन प्रतिक्रियाओं ने सजीव रासायनिक समासों organic Chemical Compounds की एक बहुत बड़ी संख्या को जन्म दिया, जिनमें अत्यन्त ऊँचे मिश्रण के 'प्रोटीन' proteins भी थे। यह बड़े-बड़े रासायनिक समास या इयुणुस ही आपस में मिलकर अनेक छोटे-छोटे कतरे से बन गये। यह कतरे स्थायी न थे; लगातार टूटते और फिर बनते रहते थे और रासायनिक तत्वों से भरे हुए समुद्र में तैरते रहते थे। इस प्रकार बने हुए अरबों और खरबों कतरों में से कुछ तो अपनी आन्तरिक बनावटों में इतने संगठित हो चुके थे कि वह अपने आपको जीवित रखने और प्रजनन की क्रिया द्वारा अपनी संख्या बढ़ाने के लिये आवश्यक सुराक को ग्रहण कर सकते थे। जिन उपयुक्त रासायनिक संयोगों ने जीवन की सर्वप्रथम अभिव्यक्ति को सम्भव बनाया था उनके स्वयं आविर्भाव होने में करीब करोड़ों वर्ष लग गये।

संयुक्त-राष्ट्र अमेरिका में शिकागो विश्वविद्यालय के रसायनशास्त्री स्टैन्लीमिलर ने एक महत्वपूर्ण प्रयोग द्वारा जीवन के प्रादुर्भाव की आरम्भिक क्रियाओं पर नया प्रकाश डाला है। उन्होंने काँच के बने एक फ्लास्क में उन-उन तत्वोंको रक्खा जो, विश्वास किया जाता है कि, आज से करीब दो या

प्रथम अध्याय में जीव-सृष्टि का क्रम-विकास बतलाते हुए राजर्षि मनु ने कहा है;

“अपएव ससर्जादी तस्मिन्नण्डमवासृजत् ।

.....॥”

अर्थात् ; (विश्व-स्रष्टाने) शुरु में जल की सृष्टि की और उसमें फिर अण्डे को सिरजा । वैज्ञानिकों द्वारा प्रतिपादित जिस विकास शृङ्खला का हमने ऊपर उल्लेख किया है उसकी दो कड़ियों—पानी और अण्डोंके आल्युमिन (egg albumin) का ही यह एक स्पष्ट निर्देश है ।

सोवियत रूस के महान् जीवशास्त्री ए० आई० ओपारिन (A. I. Oparin) ने जीवन को प्रथम अभिव्यक्ति में उन दिनों में पृथ्वी की तात्कालिक परिस्थितियों का एक मनोहर कल्पना-चित्र खींचा है । आरम्भ में पृथ्वी अत्यन्त गर्म थी । काठ पाकर धीरे-धीरे वह ज्वाँ-ज्वाँ ठण्डी होती गई, उसपर ‘कार्बाइड’ (Carbides) पैदा होते गये । बाद उलझे हुए पृथ्वी के वायु-मण्डल के समूहों में आकर उन कार्बाइडों ने ‘हाइड्रो-कार्बन’ Hydro-Carbides बनाये । हाइड्रोकार्बन ही सभी सजीव पदार्थों की आदिम कड़ियाँ हैं । उन हाइड्रोकार्बनों के कुछ भाग पृथ्वी के वायु-मण्डल को अनोबिरा सैन के समूहों में आये । इन समूहों के कारण जन्मे हुए रसायनिक प्रतिक्रियाएँ ही जिन्से ‘आइडोजन’ के अनेक रूपान्तर रहे ।

जैसे-जैसे पृथ्वी ठण्डी होती गई, वह वह जन्म उनके रसु-

निराल कर तमाखू के एक पत्ते पर रक्खा जाता है, वह सजीव प्राणियों की तरह अपने आकारों में बढ़ने और प्रजनन-क्रिया द्वारा अपनी कौम को बढ़ाने भी लगते हैं। सच ही जड़ और चेतन के बीच कोई एक स्पष्ट रेखा ऐसी नहीं, जो उनको अलग-अलग विभक्त कर सके।

जीवन को फूटने और पनपने के लिए वायुमण्डल में आक्सीजन और ऐसे ही अन्य आवश्यक तत्व होने चाहिए और साथ ही वह (वायुमण्डल) अमोनिया जैसे तत्वों की घातक मात्राओं से मुक्त भी होना चाहिए। तापमान भी कुछ निश्चित अंशों degrees के भीतर ही होना चाहिए। जिस तापमान पर पानी खौलने लगे (boiling point) उतने ऊँचे तापमान पर एवं शून्य अंश से भी दम अंश नीचे तापमान पर सरल बना-घट के कुछ धोड़े प्राणी ही ज्यादा देर जीवित रह सकते हैं।

जीवन की उत्पत्ति और विकास की अनुकूल परिस्थितियों के जिक्र का उपसंहार हम अन्तर्राष्ट्रीय ख्याति के एक ज्योतिर्विद सर हैरोल्ड स्पेंसर जोन्स Sir Harold spencer Jones के शब्दों में ही कर देना चाहते हैं। अपनी एक नव प्रकाशित पुस्तक 'लाइफ धान अदर वर्ल्ड्स' "Life on other worlds में वह लिखते हैं ; Life does not occur because of some unique incident. It is the result of definite processes ; given the suitable Conditions, these processes will inevitably lead to the develop-

तीन अरब वर्षों पहिले हमारी पृथ्वी के वायु-मण्डल में थे। वह गैस थे ; मीथेन (Methane) अमोनिया, हाइड्रोजन और पानी। इन तत्वों पर मिथर ने विद्युत् की एक विनगारी का धार-धार स्पर्श करवाया। इस प्रकार उन्होंने एक सप्ताह के भीतर इन तत्वों के संयोगों से तीन द्रव्यों के आमिनोएसिड *aminoacids* बनाए जो प्रोटीन के आरम्भिक स्रोत हैं। इस प्रयोग ने यह बता दिया कि जीवन के निर्माण में आवश्यक प्रथम द्रव्य पृथ्वी के वायुमण्डल पर विद्युत् के धार-धार आघात होने पर ही घने थे।

उन परलपनातीत पुराने युगों में जीवन-निर्माण की दिशा में पृथ्वी पर जो कुछ हो रहा था, उसके हमारे अध्ययन में एक और भी महत्वपूर्ण स्राव विरसों (viruses) में मिलता है। वे 'विरस' अत्यन्त सूक्ष्म होते हैं और इन्फ्लुएन्जा तथा हैजा जैसे रोगों के प्रधान जनक हैं। कृमि—विज्ञान के विशेषज्ञ भी अब तक यह निश्चय नहीं कर पाये हैं कि 'विरस' सजीव प्राणी है अथवा महज निर्जीव रासायनिक द्रव्य। उदाहरण के लिए हम तमाखू के पत्तों के विरसों को ले सकते हैं। रसायनशालाओं में व्यवहार की जानेवाली प्रयोग-नलिकाओं *test tubes* में इन विरसों को वर्षों तक, बिना सुराक, रक्खा जा सकता है। वहाँ रहते हुए वह न तो अपनी आकार वृद्धि करते हैं और न प्रजनन-क्रिया ही। संक्षेप में ; वहाँ रहते समय वह महज रासायनिक-द्रव्य ही मालूम होते हैं। परन्तु ज्योंही उन्हें नलिकाओं से

निकाल कर तमाखू के एक पत्ते पर रक्खा जाता है, वह सजीव प्राणियों की तरह अपने आकारों में बढ़ने और प्रजनन-क्रिया द्वारा अपनी कौम को बढ़ाने भी लगते हैं। सच ही जड़ और चेतन के बीच कोई एक स्पष्ट रेखा ऐसी नहीं, जो उनको अलग-अलग विभक्त कर सके।

जीवन को फूटने और बनपने के लिए वायुमण्डल में आक्सीजन और ऐसे ही अन्य आवश्यक तत्व होने चाहिए और साथ ही वह (वायुमण्डल) अमोनिया जैसे तत्वों की घातक मात्राओं से मुक्त भी होना चाहिए। तापमान भी कुछ निश्चित अंशों degrees के भीतर ही होना चाहिए। जिस तापमान पर पानी खोलने लगे (boiling point) उसने ऊँचे तापमान पर एवं शून्य अंश से भी दम अंश नीचे तापमान पर मरल बना-घट के कुछ थोड़े प्राणी ही उष्णदा देर जीवित रह सकते हैं।

जीवन की उत्पत्ति और विकास की अनुकूल परिस्थितियों के जिक्र का उपसंहार हम अन्तर्राष्ट्रीय ख्याति के एक ज्योतिर्विद सर हेरोल्ड स्पेंसर जोन्स *Sir Harold spencer Jones* के शब्दों में हो कर देना चाहते हैं। अपनी एक नव प्रकाशित पुस्तक 'लाइफ आन अदर वर्ल्डस्' "Life on other worlds में वह लिखते हैं ; Life does not occur because of some unique incident. It is the result of definite processes ; given the suitable Conditions, these processes will inevitably lead to the develop-

ment of life.” अर्थात् ; जीवन की उत्पत्ति किसी एक ऐसी घटना के कारण नहीं होती जिसकी फिर कोई आवृत्ति ही न हो सके। यह (जीवन) तो किन्हीं खास प्रक्रियाओं की परिणति है ; यदि अनुकूल परिस्थितियाँ जुटा दी जाय तो वह प्रक्रियाएँ जीवन के विकास की ओर अनिवार्य चल पड़ेंगी।

जीवन के विषय में अद्यतक हम इतना ही कुछ जान पाते हैं। इस ज्ञान के प्रकाश में अब हम पृथ्वी के बाहर कुछ पिण्डों पर जीवन के अस्तित्व की टोह लेने का प्रयास करेंगे। पहिले हम अपने ही कुनवे (सूर्य और उसके ग्रह) के घरों में झाँकेंगे यह देखेंगे कि क्या उनके आँगनों पर भी सजीव प्राणी हँस-खेल रहे हैं ?

सूर्य एक धधकता हुआ उत्तम पिण्ड है ; एक तारा है जिसका अत्यधिक ऊँचा तापमान ही वहाँ किसी भाँति के जीवन के होने की फल्पना करने से ही हमें रोक देता है। अब चले उसके ग्रह। इनमें कुछ तो हमारी पृथ्वी की तुलना में इतना अधिक छोटा है और इस कारण उसका गुरुत्वाकर्षण gravitation भी पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण की तुलना में इतना कम है कि उसने जीवन के पनपने के उपयुक्त वायुमण्डल को करीब करीब खो डाला है। उधर वृहस्पति, शनि, यूरेनस और नेपचून जैसे ग्रह पृथ्वी की अपेक्षा अधिक बड़े होने के कारण अधिक बड़े वायुमण्डलों को पकड़ कर रखे हुए हैं, जिनमें ऐसी विपाक गैसों मौजूद हैं कि वहाँ जीवन का अस्तित्व असम्भव-सा ही है।

प्लूटो ग्रह अत्यन्त ठण्डा है और इस कारण वहाँ भी जीवन के होने की कोई आशा नहीं है।

अब रहे शुक्र और मङ्गल। इनमें शुक्र ग्रह पर दिख पड़ने-वाले बादलों को लेकर यह सर्क किया तो जा सकता है कि उस ग्रह पर पानी भी अवश्य होगा। परन्तु हमारी बड़ी-से-बड़ी दूरबीन से देखने पर भी हमें वहाँ पानी के होने के कोई स्पष्ट चिन्ह दिखाई नहीं पड़े हैं। शुक्र के वादल सम्भवतः विपैली गैसों और धूल के बने हुए हैं। शुक्र के वायुमण्डल में काफी अधिक कार्बन डायोक्साइड गैस है। सर हैरोल्ड का मत है कि इस गैस की अधिकता के कारण ही शुक्र का तापमान 'वाष्प-चिन्दु' (जिन अंशों पर पानी खोलकर भाप बनने लगे) से भी ऊँचा होगा। इतने ऊँचे तापमान के कारण उसके वायुमण्डल में होनेवाली हलचलें पृथ्वी की अपेक्षा बहुत अधिक तेज होंगी। उसकी सतह पर भी हवाई तूफान और बवंडर भयानक वेग से लगातार चलते रहते होंगे। इन सब बातों को देखते हुए यह सम्भव नहीं मालूम होता कि वहाँ जीवन बन सका है।

मङ्गल की चर्चा को हमने जानबूझ कर ही सब के बाद रक्खा है; क्योंकि यही एक ऐसा ग्रह है, जहाँ जीवन के होने के चिह्न दिखाई पड़ते हैं। संस्कृत भाषा में मङ्गल का एक दूसरा नाम 'भौम' भी है—भौम, अर्थात् भूमि का पुत्र। पृथ्वी और मङ्गल पर पाई जानेवाली अवस्थाएँ बहुत कुछ मिलती-जुलती-सी हैं। सूर्य से पृथ्वी जितनी दूर है, उससे डेढ़ गुना दूर मङ्गल

है। इस ग्रह पर दिन और रात की लम्बाई हमारे बराबर ही है; २४ घण्टे और ३७.५ मिनट। इसका एक वर्ष, अथवा दूसरे शब्दों में सूर्य के चारों ओर इसका एक पूरा चक्कर, हमारे वर्ष का दूना है। मङ्गल के पिण्ड का व्यास पृथ्वी के व्यास का आधा है और इसका समूचा भार पृथ्वी के भार का वर्याही भाग ही है। चक्कन में इतना हल्का होने के कारण ही इसका गुरुत्वाकर्षण भी कम है। परिणाम यह हुआ है कि इस ग्रह ने अपने वायुमण्डल के कुछ हलके तत्वों, जैसे कि हाइड्रोजन और हीलियम, को खो डाला है।

इस ग्रह का तापमान भी दिन में तो शून्य अंश से ५० अंश ऊपर रहता है और रात को उतर कर शून्य से ८० या ६० अंश नीचे तक चला जाता है। हिमालय पर्वत की सबसे ऊँची चोटी गौरीशंकर (माउन्ट एवरेस्ट) पर भी तापमान का उतार-चढ़ाव ठीक इतना ही है। इस तापमान पर जीवन का अस्तित्व सम्भव तो है ही।

मङ्गल के उत्तरी और दक्षिणी ध्रुवों पर दिखने वाली सफेद चाटियाँ ग्रीष्म काल में पिघल कर दूर हट जाती हैं और शीत ऋतु में फिर बढ़ आती हैं। ऋतुओं के परिवर्तन के साथ-साथ इस ग्रह की सतह के बड़े-बड़े भाग अपना रङ्ग बदलते रहते हैं; कभी भूरे और कभी हरे। सर हैरोल्ड का कहना है कि रङ्गों के इन परिवर्तनों की वनस्पतियों के मौसिमी उगाव के अलावा कोई और व्याख्या करना मुश्किल है। गर्मी की मौसिम में वर्ष

की वह चोटियाँ पिघलने लगती हैं और उनका पानी वहकर निचले भागों में जा पहुँचता है। वनस्पतियाँ तब चगने लगती हैं और उनसे ढेंके हुए भाग भूरे रङ्ग से बदल कर हरे दिखने लगते हैं। शीत-ऋतु के आने पर यह हरा रङ्ग धीरे-धीरे फिर भूरे रङ्ग में बदल जाता है।

यह सब तथ्य मिलकर इस ओर इशारा करते हैं कि इस ग्रह पर वनस्पति-जीवन तो अवश्य है, यद्यपि देखने में यह धीरे-धीरे लुप्त होता जा रहा है। पशु-जीवन के होने की वहाँ कोई सम्भावना नहीं मालूम होती और मनुष्यों से मिलते-जुलते वन-स्तरीय प्राणी तो वहाँ निश्चय नहीं हैं।

सर हेरोल्ड के इस मत के विरुद्ध अमेरिका के मीचीगन विश्व-विद्यालय के एक ज्योतिर्विद डा० डीन मैक्लौलिन (Dr. Dean McLaughlin) का यह कहना है कि मङ्गल ग्रह अभी तक विकास के उन आरम्भिक स्तरों में से ही गुजर रहा है जिनमें होकर कभी हमारी पृथ्वी को भी गुजरना पड़ा था इसके पहिले कि उसपर जीवन का प्रथम स्पन्दन हुआ। अब तक जो प्रमाण मिले हैं, वह इस बात को ही पुष्ट करते हैं कि यह ग्रह (मङ्गल) किलद्दाल तो अपने ज्वालामुखियों द्वारा भीषण रूप में दिलाया-हुलाया जा रहा है। इस ग्रह के मुखपर जो अजब किस्म के वादल दिख पड़ते हैं, वह इन ज्वालामुखियों के मुँह से निकली हुई धूँ और भाप की विशाल लहरें ही हैं। वायु के द्वारा इधर-उधर उड़ाई हुई ज्वालामुखियों की राख ही

मङ्गल के नेहरे पर कुछ पेसे दिए पड़ने वाले निशान बना देती है जिनको हम पानी की नहरें समझ बैठते हैं और जो भाग कांडे से दिए पड़ते हैं, उनको हम कभी-कभी वनस्पतियाँ मान लेते हैं। सम्भव है कि समय बीतने पर यह उवाळामुखी ही एक दिन इस मह के अन्तराल के जल को उसकी सतह पर उठा लावेगी और इस प्रकार यहाँ समुद्रों का निर्माण करेंगे जिनमें जीवन भी आगे चलकर स्पन्दन करने लगेगा।

उड़न तश्तरियों Flying Saucers की खर्चा तो आपने भी सुनी होगी। सन् १९५३ ई० से लेकर आगे के दो वर्षों में पृथ्वी के अनेक देशों के ऊपर आकाश में आश्चर्यजनक तेजी से बढ़ती हुई यह तश्तरियाँ प्रायः ही देखी गई थीं। लगाया था जैसे कि कुछ जलते हुए शोले आकाश में तीव्र वेग से भाग रहे हैं। अनेक व्यक्तियों का दावा था कि उन्होंने उन तश्तरियों में बैठे हुए विचित्र प्राणियों को भी स्पष्ट देखा था। अनुमान तो यही लगाये गये थे कि वह सब उड़न-तश्तरियाँ हमारी पृथ्वी के बाहर ही कहीं से आती थीं—शायद मङ्गल मह से ही। कहा जाता था कि मङ्गल पर हमसे भी उच्चस्तरके प्राणी निवास करते हैं जो वैज्ञानिक अनुसन्धानों में हमसे बहुत-बहुत आगे बढ़े हुए हैं। इस मत की पीठ ठोकने को कोई वैज्ञानिक तो आगे नहीं बढ़े परन्तु जेराल्ड हर्ब जैसे प्रख्यात पत्रकार ने बड़ी ऊहापोह के साथ इसको अपना समर्थन दिया था।

अभी हाल में, ८ सितम्बर सन् १९५६ ई० के दिन, अपनी

कक्षा पर ही मूमता हुआ यह मह हमारी पृथ्वी के अधिकतम पास आ गया था। करीब ३० वर्षों के अन्तर से ऐसे अवसर प्रायः आते रहते हैं। अनेक देशों के वैज्ञानिक बड़ी उत्सुकता के साथ इस अवसर की याद जोह रहे थे। उस दिन यह मह पृथ्वी से कुल साढ़े तीन करोड़ मील दूर ही रह गया था। मङ्गल के रूप की कुछ मलक पाने के लिए वैज्ञानिकों ने पहिले से ही अपनी सुसज्जित दूरबीनें इसकी ओर लगा रखी थीं।

उस दिन मङ्गल अपनी धुरी पर इस प्रकार मुका हुआ था कि उसका दक्षिणी ध्रुव भाग हमारी पृथ्वी की ओर था। वैज्ञानिकों ने उस महके पीले से दिख पड़ने वाले विशाल बादलों को बिल्कुल स्पष्ट देखा। उसके रूप के अन्य पहलुओं की अपेक्षा उसके यह बाह्य अधिक स्पष्ट दिखलाई पड़ रहे थे।

सोवियट रूस के ज्योतिर्विद्दों का दावा है कि उन्होंने मङ्गल मह के हरे रङ्ग के समुद्रों, पीले रङ्ग के घुन्घलके में लिपटे हुए धूल के बड़े-बड़े पर्वण्डों और उसके दक्षिणी ध्रुव की हिमाच्छादित खोदियों को घेरे हुए हलके भूरे रङ्ग के भूभागों को भी देखा है। उनमें का एक वैज्ञानिक तो और आगे बढ़ कर यह दावा भी करता है कि उसने मङ्गल की सतह पर ऐसे रङ्ग देखे हैं जो हमारी पृथ्वी पर वसन्त ऋतु के आरम्भ में उगने वाले पौधों के रङ्गों से दूबह मिलते हुए थे। यदि यह बात ठीक हो तो हमारे पास एक प्रमाण और भी जुट जाता है कि मङ्गल की सतह पर ऊँचे दर्जे का वनस्पति-जीवन मौजूद है।

उपर जापान के ज्योतिर्वैज्ञानिकों ने उक्त रूसी वैज्ञानिकों के इस मत से अपनी असम्मति प्रकट की है। उनके अनुसार इस ग्रह के दक्षिणी ध्रुव की वर्षाली चोटियाँ अभी पिघलनी शुरू ही नहीं हुई हैं और इस कारण वहाँ वनस्पति-जीवन के अस्तित्व की कोई गुंजाइश नहीं है।

आस्ट्रेलिया के नाक्षत्रिक यह कहते हैं कि उन्होंने मङ्गल को एक ऐसे गोलपिण्ड के रूप में देखा है जो नारंगी और लाल रङ्गों के मिले-जुले रङ्ग का है। हमारी पृथ्वी की तरह यह ग्रह भी ध्रुवों की टोपियाँ ओढ़े हुए है और इसकी सतह भी कहीं कहीं हरापन लिए हुए है।

इटली देश के ज्योतिर्विद् कहते हैं कि उन्होंने मङ्गल के उन भीमकाय बवण्डरों को प्रत्यक्ष देखा है जो उनके अनुसार धीरे धीरे मन्द पड़ते जा रहे हैं।

जो कुछ हो ; मङ्गल ग्रह पर उगने वाले पौधों को देख कर सर हीरोल्ड जैसे वैज्ञानिक यह तो कहने ही लगे हैं कि जीवन सिर्फ अथेली पृथ्वी पर ही नहीं है। यह निष्कर्ष तो निकाला ही जा सकता है कि विश्वमें जहाँ कहीं भी अनुकूल परिस्थितियाँ जुट सकी हैं, वहाँ हम मनुष्यों की तरह के उष्ण-स्तर के प्राणी अवश्य उत्पन्न हो सके हैं या हो चुके हैं।

सूर्य-परिवार के बाहर, सुदूर विश्व में, जीवन के कहीं अस्तित्व की खोज में हमारी बढ़ी से बढ़ी दूरचीन भी हमें कोई सहायता नहीं दे पाती। इन दूरचीनों से देखने पर भी सूर्य-

परिवार के घादर का विश्व केवल छोटे-छोटे धव्यों के रूप में असंख्य तारों के पुच्छ सा ही दिख पड़ता है। इन सब तारों की सतहों के तापमान, जैसा कि हम पाँचवें परिच्छेद में लिख आये हैं, हजारों और लाखों अंशों degrees पर हैं। इसलिए स्वयं इन तारों पर तो हमारे परिचित जीवन के होने की कल्पना भी करना दुःसाहस ही होगा। परन्तु यह कल्पना तो हम अवश्य कर ही सकते हैं कि उन सब तारों में कुछ तारे तो ऐसे होंगे ही जिनके अपने ग्रह-परिवार हों। ऐसा सोचने के लिए हमारे पास एक दृढ़ आधार तो है ही ; क्योंकि हमारा सूर्य स्वयं एक तारा ही है और उसके ग्रह-परिवार से हम बिर-परिचित हैं। उनमें के एक ग्रह (पृथ्वी) पर ही हमने बसेरा ले रक्खा है। यह तो हम कह ही नहीं सकते कि विश्व के इन सरबों तारों में विश्व-प्रकृति ने सिर्फ एक ही तारे (सूर्य) को अपना ग्रह-परिवार रखने की इजाजत दी है। सच ही; विश्व-प्रकृति इतना पक्षपात तो नहीं करती होगी।

पहिले हमें यह टोड़ लेनी है कि विश्व में और भी कहीं ऐसे ग्रह-परिवार हैं या नहीं। सर हेरोल्ड का तो यही कहना है कि सम्भावनायें बहुत कुछ ऐसी हैं कि सूर्य की तरह अपने-अपने ग्रह-परिवार रखने वाले और भी अनेक तारे हैं। परन्तु इस धारणा को पुष्ट करना अत्यन्त कठिन है। इसका कारण यह है कि यह तारे स्वयं इतने घनकीले हैं कि उनके साथ यदि कोई ऐसे काळे पिण्ड (ग्रह) हों भी तो वह अपने उन तारों की

चमक में दूब जाने के कारण हमारी दूरबीनों में देखे ही नहीं जा सकते ।

ही, हमारा गणित शास्त्र अवश्य ऐसे एक ग्रह के होने की सम्भावना बतलाता है । राजर्हस ६१ (61 cygni) नामक एक द्विकृन्तार है । सन् १६४२ ई० में पेन्सिलवानिया (अमेरिका) स्वार्थमूर काउन्स की स्प्रौल वेधशाला के डाक्टर के० ए० स्ट्रान्ड (Dr. K. A. Strand) ने बताया था कि इस द्विकृन्तारों में से एक तारा समय समय पर अपने भ्रमण-मार्ग से थोड़ा हटकर चलता हुआ सा दिख पड़ता है । गणित के आधार पर की गई धारणा के अनुसार अपने भ्रमण-मार्ग पर उसे जहाँ होना चाहिए था उससे कुछ अलग हट कर ही वह चलता दिखाई देता है । डा० स्ट्रान्ड की गणितीय प्रक्रियाओं ने उन्हें यह बतलाया कि उस तारे का वह हटाव या विचलन सम्भवतः उसके अपने एक अदृश्य ग्रह के कारण ही होता है जिसकी द्रव्य-मात्रा पृथ्वी की द्रव्यमात्रा की ४०७० गुनी है ।

अपनी दूरबीनों से चाहे हम उन्हें न भी देख सकें, फिर भी विश्व में अपने अपने तारों से बंधे हुए अनेक ग्रह हैं । उनमें भी अनेक ग्रह ऐसे हैं जिन पर हमारी पृथ्वी की तरह ही वायु-मण्डल है और जिन पर पृथ्वी की तरह ही जीवन का उद्भव और विकास हुआ है । हार्वर्ड यूनिवर्सिटी वेधशाला के डाक्टर हार्लो शैप्ली Dr. Harlow shapley का कहना है कि यह मानना विचार-सङ्गत ही होगा कि प्रत्येक दसलाख तारों में

एक तारा तो अवश्य ऐसा होगा जिसका अपना ग्रह-परिवार हो। प्रत्येक एक हजार ऐसे ग्रह-परिवारों में एक परिवार ऐसा भी होगा जहाँ जीवन के उद्भव के लिए आवश्यक अनुकूल परिस्थितियाँ होंगी। इनमें भी प्रत्येक एक हजार जीवन-वाहक ग्रहों में एक ग्रह तो अवश्य ऐसा होगा जिस पर वृक्ष-स्तर के बुद्धि-शील प्राणी निवास करते होंगे।

अनुमान लगाया जाता है कि विश्व में एक सौ ट्रिलियन (दस लाख × दस लाख × दस लाख) तारे हैं। इसलिये वाकर शैण्डी के मतानुसार दस करोड़ ग्रह तो अवश्य ऐसे होंगे, जहाँ हमसे कुछ मिलते-जुलते से बुद्धिमान प्राणी निवास करते होंगे।

‘हम से कुछ मिलते-जुलते से’ शब्दों का प्रयोग हमने जान बूझ कर ही किया है। डार्विन के सर्वमान्य ‘विकासवाद’ (The theory of Evolution) के अनुसार किसी एक जीव-विशेष की हजारों पीढ़ियों में होने वाले क्रमिक रूप-परिवर्तनों की जड़ में काम करने वाले कारण इतने भिन्न-भिन्न किस्मों के होते हैं कि किसी एक खास विकास-क्रम के फिर से दुहराये जाने की सम्भावना अत्यन्त कम अथवा नहीं के समान ही होती है। हमारा अपना ग्रह (पृथ्वी) ही हमें यह बतलाता है कि जीवन के विकास का क्रम सरल से जटिल की ओर धार-धार कैसे बढ़ता है। प्रकृति की चाह के अनुरूप अपने परिवर्तन करने वाले प्राणी ही केरल जीवित रह पाते हैं और ‘बुद्धिशीलता’ तो प्रकृति का अत्यन्त कृपापात्र रूपान्तर है।

इन सब तथ्यों का निचोड़ सर हेरोल्ड के अपने शब्दों में यह है ; "We cannot resist the conclusion that life, though rare, is scattered throughout the Universe. It may be compared to a rare plant which can flourish only when the temperature, the humidity, the soil, the altitude and the amount of sun-shine are favourable. Given these appropriate conditions, then here, there or elsewhere the plant may be found". अर्थात् ; हम इस निष्कर्षको टाल ही नहीं सकते कि जीवन, दुष्प्राप्य होने पर भी, विश्व में कई जगहों पर शिखरा हुआ है। इसकी तुलना ऐसे एक दुष्प्राप्य पौधे से की जा सकती है जो तापमान, आर्द्रता, जमीन, सतह की ऊँचाई और धूप की मात्राओं के अनुकूल होने पर ही उग और पनप सकता है। यदि यह उपयुक्त परिस्थितियाँ जुटा दी जाय तो यहाँ, वहाँ और अन्यत्र भी यह पौधा पाया जा सकेगा।

सम्भव है, हमारे ग्रहों पर रहनेवाले प्राणियों से हम कभी प्रत्यक्ष सम्पर्क न बना पावें ; क्योंकि हमारे और उनके बीच भयावह दूरियाँ हैं। चाहे जो हो, सिर उठाकर तारों की ओर देखते समय हम यह तो जान ही सकेंगे कि विश्वान आज हमारी पीठ ठोक कर फट रहा है : "विश्व में तुम अकेले तो नहीं हो।"

चारहवाँ परिच्छेद

दूर-दूर फैलता हुआ विश्व

पिछले परिच्छेदों में हम विश्व की दनायत का एक मोटा-सा खाका, जैसा कि आज तक उसे जान पाये हैं, खींच चुके हैं। जब हम इसके कुछ ऐसे पहलुओं पर प्रकाश डालने की कोशिशें करेंगे जो अत्यन्त दुरूह, जटिल और मुश्किलसे समझ में आने-वाले और क्लृप्त भरे हैं। इनको जाने बिना विश्व का हमारा अध्ययन अधूरा और बेजान ही रहेगा।

जिन पिण्डों ने मिलकर इस विश्व के शरीर का निर्माण किया है उनको एक बार और हम, अपने अध्ययन को ताजा बनाए रखने के लिये, दुहरा देना चाहते हैं। सूर्य और उसके परिवार के ६ ग्रह जिनमें एक हमारी पृथ्वी है; करोड़ों और अरबों तारों का एक विशाल जमाव जिसे हम अपने आकाश की गंगा कहते हैं; इस गंगा से अति दूर की नीहारिकाएँ या आकाश-गंगाएँ जिन प्रत्येक ने अपने-अपने करोड़ों विशाल-काय तारे हैं; धूल और गैसों के भारी-भरकम बादल जो सुदूर अनन्त में सर्वत्र फैले हुए हैं; विशाल आकाशों के “काले तारे” जो हम से लुका-छिपी का खेल खेल रहे हैं;—यह है एक संक्षिप्त-सी

इन मय तथ्यों का निचोड़ सर हेरोल्ड के अपने शब्दों में यह है ; *"We cannot resist the conclusion that life, though rare, is scattered throughout the Universe. It may be compared to a rare plant which can flourish only when the temperature, the humidity, the soil, the altitude and the amount of sun-shine are favourable. Given these appropriate conditions, then here, there or elsewhere the plant may be found"*, अर्थात् ; इन इस निष्कर्षको टाउ ही नहीं सकते कि जीवन, दुष्प्राप्य होने पर भी, विश्व में कई जगहों पर बिखरा हुआ है । इसकी तुलना ऐसे एक दुष्प्राप्य पौधे से की जा सकती है जो तापमान, आर्द्रता, जमीन, सतह की ऊँचाई और धूप की मात्राओं के अनुकूल होने पर ही उग और पनप सकता है । यदि यह उपयुक्त परिस्थितियाँ जुटा दी जाय तो यहाँ, यहाँ और अन्यत्र भी यह पौधा पाया जा सकेगा ।

सम्भव है, दूसरे ग्रहों पर रहनेवाले प्राणियों से हम कभी प्रत्यक्ष सम्पर्क न बना पावें ; क्योंकि हमारे और उनके बीच भयावह दूरियाँ हैं । चाहे जो हो, सिर उठाकर तानें देखते समय हम यह तो जान ही सकेगे कि पीठ ठोक कर कह रहा है : "वि .

अन्तिम सीमा-रेखा) निरन्तर फैलती जाती है। इस समूची परिधि का प्रत्येक बिन्दु आगे की ओर बढ़ता चलता है और यों विश्व का आकार निरन्तर बढ़ता जाता है।

यह तो हुई विश्व में देखे गये एक सत्य की, एक सत्य की, जानकारी। अब हमें यह देयना है कि कैसे और क्योंकर हम इस सत्य की झलक पा सके।

यह तो हम पहिले ही, नीचे परिच्छेद में, लिख आये हैं कि स्लीफर ने वर्णपट-दर्शक यन्त्र की सहायता से लिए गये इन पिण्डों के प्रकाश के वर्णपटों में उनकी रेखाओं को लाल या कम फड़कनों के छोर की ओर मुड़ते देखा था। इस बात को पूरी समझ पाने के लिए हम यह याद दिला देना चाहते हैं कि प्रकाश की किरणें अपने सम्पूर्ण रूप में सफेद रङ्ग की दिखाने पर भी वास्तव में अनेक रङ्गों की लहरों के मिश्रण से बनी हुई हैं। भिन्न-भिन्न रङ्गों की इन लहरों की अपनी अलग-अलग फड़कनों Frequencies की एक निश्चित संख्या होती है। एक सीधी रेखा में चलती हुई प्रकाश-किरणें उस रेखा पर, अपनी लहरों की लम्बाइयों को लेकर जितने कम्पन करती हैं, उन कम्पनों की संख्या को ही "फड़कने" Frequency कहते हैं। वर्णपट-दर्शक यन्त्र में जो एक त्रिफलक काँच लगा रहता है उसमें होकर जब यह किरणें निकलती हैं तो यह काँच उन्हें भिन्न-भिन्न रङ्गों की लहरों के रूप में तोड़ देता है। यह लहरें जब एक चौड़ी पट्टी या एक छोटी भाङ्गू के रूप में फैल जाती हैं,

मूची उन पिण्डों की जिन्होंने मिलकर इस विश्वको उमड़ा अपना रूप दिया है।

यह सब पिण्ड यदि अपनी-अपनी जगहों पर, एक दूसरे से पाहे जितनी दूर, स्थिर जमे बैठे रहते तो हम बड़ी आसानी के साथ विश्व के आकार-विस्तार की एक समझ में आने लायक कल्पना कर सकते थे। परन्तु हमारी आसानियों और मुश्किलों से तो उनको कोई मरोकार नहीं। उस महान् निर्माता और निर्देशक ईश्वर ने विश्व के चल-चित्र में खेलने के लिये उनको जो जो भूमिकाएँ दी हैं, उन-उनको यह, उस निर्देशक के इशारों पर, पूरी निभा देना चाहते हैं; भले ही, उनकी यह गतिविधियाँ हम मनुष्यों के लिये समझने और बोधगम्य करने में दुर्लभ हों।

विश्व के चित्र में उनको तो भाग-बौढ़ ही करनी है; एक दूसरे की अपेक्षा दूर-दूर, सभी ओर। वहाँ भागते हुए संयोगवश वह एक दूसरे के मार्ग में भी कुछ देर के लिये आ पड़ते हैं; परन्तु शीघ्र ही एक दूसरे को पार कर, वह आगे बढ़ जाते हैं। यह भी सम्भव है कि यह बात हमारे देखने का घन ही हो; ऐसी दोनों निहारिकाएँ उस समय हमारी दृष्टि की एक ही सीधी रेखा में हों और इस कारण, एक दूसरी से लाखों करोड़ों मील दूर रह कर ही उस रेखा को पार करती हों।

बात का सिलसिला अब यहाँ आकर रुकता है कि विश्व का समूचा आकार-विस्तार एक अति विशाल घृत या गोठ चकर के रूप में है और इस घृत की परिधि (इसके घिराव की

अन्तिम सीमा-रेखा) निरन्तर फैलती जाती है। इस समूची परिधि का प्रत्येक बिन्दु आगे की ओर बढ़ता चलता है और यों विश्व का आकार निरन्तर बढ़ता जाता है।

यह तो हुई विश्व में देखे गये एक सत्य की, एक सत्य की, जानकारी। अब हमें यह देखना है कि कैसे और क्योंकर हम इस सत्य की झलक पा सके।

यह तो हम पहिले ही, नीचे परिच्छेद में, लिख आये हैं कि स्लीकर ने वर्णपट-दर्शक यन्त्र की सहायता से लिए गये इन पिण्डों के प्रकाश के वर्णपटों में उनकी रेखाओं को ठाठ या कम फड़कनों के छोर की ओर मुड़ते देखा था। इस बात को पूरी समझ पाने के लिए हम यह याद दिला देना चाहते हैं कि प्रकाश की किरणें अपने सम्पूर्ण रूप में सफेद रङ्ग की दिखने पर भी वास्तव में अनेक रङ्गों की लहरों के मिश्रण से बनी हुई हैं। भिन्न-भिन्न रङ्गों की इन लहरों की अपनी अलग-अलग फड़कनों Frequencies की एक निश्चित संख्या होती है। एक सीधी रेखा में चलती हुई प्रकाश-किरणें उस रेखा पर, अपनी लहरों की लम्बाइयों को लेकर जितने कम्पन करती हैं, उनके कम्पनों की संख्या को ही "फड़कने" Frequency कहते हैं। वर्णपट-दर्शक यन्त्र में जो एक त्रिफलक कांच लगा रहता है उसमें होकर जब यह किरणें निकलती हैं तो यह कांच उन्हें भिन्न-भिन्न रङ्गों की लहरों के रूप में तोड़ देता है। यह लहरें सब एक चौड़ी पट्टी या एक छोटी झाड़ू के रूप में फैल जाती हैं,

जिमके एक छोर पर तो कम तड़तड़ों की छात्र रङ्ग की लहरें होती हैं और दूसरे छोर पर होती हैं ऊँची या अधिक संख्या की तड़तड़ें जो बेगनी रङ्ग की लहरें हैं। इन दोनों छोरों के बीच बाकी रङ्ग की लहरें होती हैं। लहरों की संख्याएँ जिनकी बढ़ी होती हैं उनही तड़तड़ों की संख्या भी बढ़ती ही कम होती है और वह लाख रङ्ग की लम्बी लहरों के छोर की ओर बढ़ती ही मुड़ती जाती जाती है। इसी प्रकार जिन लहरों की संख्याएँ छोटी होती जाती जाती है, उनही तड़तड़ों की संख्या भी बढ़ती ही अधिक होती जाती है और बढ़ती ही अधिक वह बैंगनी रङ्ग की छोटी लहरों के छोर की ओर मुड़ती जाती है।

यही वह कसौटी है जो हमें यह बतलाती है कि विश्व-मण्डल का कोई एक तारा हमारी ओर दौड़ा चला आ रहा है या वह हमसे दूर-दूर भागे की ओर भागा जा रहा है। इसे वर्णपट के लाल छोर की ओर का मुड़ाव या संक्षेप में लाल-मुड़ाव Red Shift कहते हैं। स्टीफर ने जिन नीहारिकाओं के प्रकारा की किरणों के वर्णपट लिए थे, उनकी रेखाओं को उसने वर्णपट के लाल रङ्ग के छोर की ओर ही मुड़ते देखा था। यह मुड़ाव बताते थे कि यह नीहारिकाएँ हमसे दूर भागे की ओर भागी जा रही हैं। उनके यों दूर भागने के वेग उस समय ११२५ मील प्रति सेकन्ड तक बढ़े गए थे।

सन् १९२४ ई० में एडविन हब्ल *Edwin Hubble* ने अपने आकाशीय अध्ययन के सिलसिले में, माउन्ट विल्सन

वेधशाळा की १०० इन्च व्यास की दूरबीन से लिए गये फोटो-चित्र जब प्रकाशित किए तो नक्षत्र-विज्ञान के जगत् में एक नये ही युग का आरम्भ हुआ। इसके पहिले वैज्ञानिकों का यही मत था कि दूर अनन्त में प्रकाश के बिन्दुओं से दिस पड़नेवाली नोहारिकाएँ गैसा और धूँ के बादल ही थी और यह बादल सृष्टि-रचना के आरम्भ में ही पैदा हुए थे। इनके फोटो-चित्रों ने यह सिद्ध कर दिया कि बात यह नहीं है; बास्तब में यह नोहारिकाएँ तारों के बहुत बड़े-बड़े जमाव हैं, ठीक वैसे ही जैसा कि हमारा "दुपैला मार्ग" या आकाश-गंगा। उसने इन नोहारिकाओं का काफी गहरा अध्ययन किया।

पहिंठे तो उसने सिर्फ नोहारिकाओं के गुच्छों की जाँच की; क्योंकि यह जानना अत्यन्त आवश्यक था कि मुद्गारों की राशियों और उन नोहारिकाओं की दूरियों में कोई एक सुयो-जित सम्बन्ध है या नहीं। जैसा कि हम पहिले स्पष्ट कर आये हैं (दशवें परिच्छेद में), एक विचारपूर्ण मान्यता के आधार पर इन नोहारिका-गुच्छों की परस्पर सापेक्ष दूरिमें जान ली गई। कुछ गुच्छों की दूरिमें तो बहुत ही बढ़ी थी। इसलिए सोचा गया कि इनके वर्णमण्डलों की रेखाओं के "लाल छोर" की ओर के मुद्गारों या मुद्गारों की राशियों और उन नोहारिकाओं की दूरियों में यदि कोई ऐसा सुयोजित सम्बन्ध हो तो उनकी यह दूरियाँ अवश्य ही उस सम्बन्ध को, थोड़े-बहुत अनिश्चित या बिल्कुल निश्चित रूप में, भूलकावेंगी।

हबल ने जहाँ इन नीहारिकाओं और उनके गुच्छों की दूरियाँ आँकी, वहाँ उसने यह भी पता लगाया कि अनन्त में वह किस प्रकार बिछी हुई हैं। उसने एक और भी महत्वपूर्ण काम किया; उसने इनकी गतियों का भी विश्लेषण किया। उसने पहिले-पहल यह पता लगाया कि इन गतियों का एक अनोखा पहलू यह है कि यह गतियाँ बेतरतीब-सी नहीं मालूम होतीं, जैसी कि गैसों में निरुद्देश्य इधर-उधर भटकनेवाले द्वयणुओं की गतियाँ होती हैं; अपितु इनमें एक ऊँचे दर्जे की सुव्यवस्था और सुसङ्गठन है।

हबल के इन अध्ययनों ने ही वर्णपटों के लाल छोर की ओर के मुड़ावों या फुकावों की यह कसौटी खोज निकाली। मजे की बात तो यह कि सबसे पहिला जो “लाल-मुड़ाव” Red shift पकड़ा गया था, वह बड़े गुच्छों में से एक गुच्छक का ही था। इस मुड़ाव की मात्रा उस गुच्छक के २४०० मील प्रति सेकण्ड वेग से दूर भागे जाने की कहानी कह रही थी। बहुत शीघ्र और भी अनेक छोटे और पुँधले नीहारिका-गुच्छों के विषय में ऐसे ही परिणाम निकाल लिए गये। जब तक १०० इन्च व्यास की दूरबीन अपनी सामर्थ्य की अन्तिम सीमा तक जा पहुँची थी, तब तक यह दूरबीन २६००० मील प्रति सेकण्ड दूर भागने के वेग को मलकानेवाले एक “लाल मुड़ाव” को पकड़ चुकी थी। वेग की यह राशि प्रकाश के वेग की सिर्फ आधा भाग ही थी। “लाल-मुड़ाव” की इस कसौटी ने

हमें यह बता दिया कि प्रत्येक नीहारिका, अनन्त में जहाँ कहीं भी थी, हमारे सौर-परिवार से दूर-दूर आगे की ओर भागी चली जा रही-सी दिखती थी।

“छाल मुड़ाव” की राशि, जिसका वेग के रूप में भी उल्लेख किया जाता है, अपनी नीहारिका या तारा-गुच्छक की दूरी के सीधे समानुपातों में ही पाई गई है। सम्भवतः वह सबसे सरल सम्बन्ध है और सरल-से-सरल शब्दों में यों व्यक्त किया जाता है—गुच्छक जितना ही दूर होगा, “छाल-मुड़ाव” भी उतना ही बड़ा होगा। दूसरे शब्दों में हम यों भी कह सकते हैं : किसी एक दूर भागनेवाली नीहारिका की हमसे दूरी ज्यों-ज्यों बढ़ती जाती है, त्यों-त्यों उसकी अपनी गति का वेग भी बढ़ता जाता है।

हब्बल और उसके साथ काम करनेवाले मिल्टन एल. ह्यूमेसन Milton L. Humason ने आगे जाकर इस अनुपात को भी ढूँढ़ निकाला और सन् १९२६ ई० में इन दोनों विद्वानों ने मिलकर नक्षत्र-विज्ञान को अपना वह प्रसिद्ध समीकरण equation दिया जो सृष्टि-विज्ञान में अत्यन्त ही महत्वपूर्ण हो उठा। आज इसको “हब्बल-ह्यूमेसन-नियम” Hubble-Humason Law कहते हैं। यह समीकरण है—“ $H_0 \cdot D = V$ ” ३८ आर. (V. M.=38 r.)। वैज्ञानिक संकेतों में “ H_0 एम्.” का मतलब है, दूर भागनेवाली नीहारिका या तारा-गंगा का प्रति सेकन्ड मील में वेग ; और “आर” का मतलब है उस

नीहारिका या तारा-गंगा की पृथ्वी से, १० लाख प्रकाश-वर्षों की ईकाई में, आज के दिन की दूरी। इस नियम के अनुसार पृथ्वी से १० करोड़ प्रकाश-वर्ष दूर की कोई नीहारिका यात्र दिन (३८×१००) अर्थात् ३८०० मील प्रति सेकण्ड के वेग से हमारी पृथ्वी से दूर भागी जा रही होगी। १ अरब प्रकाश-वर्ष दूर की कोई नीहारिका (३८×१०००) अथवा ३८००० मील प्रति सेकण्ड के वेग से बाहर की ओर दूर भागती दिस पड़ेगी। यह वेग प्रकाश के वेग का करीब ५वां भाग होगा।

पापर्वे परिच्छेद में, हमारी अपनी आकाश-गंगा के तारों के विषय में लिखते समय, हमने उनके प्रकाश के वर्णपटों में देखे गये रेखाओं के झुकावों या मुड़ावों का, बिना किसी द्विचक्रिचाहट के, यही अर्थ लगाया था कि हमारी दृष्टि की सीधी रेखा में आगे की ओर होनेवाली उनकी गतियों के कारण ही यह झुकाव या मुड़ाव होते हैं। यह निष्कर्ष प्रत्येक बार सही और ठीक सिद्ध हुआ; इसलिए उस अर्थ पर हमारा विश्वास भी बढ़ता चला गया। परन्तु वहाँ एक बात जहर थी; यह मुड़ाव परिमाण या मात्रा में छोटे होते थे और इस कारण वर्णपटों में उनको देख पाने के लिए एक सूक्ष्म दर्शक microscope की जरूरत पड़ जाती थी।

नीहारिकाओं के प्रकाश के वर्णपटों में देखे गये मुड़ावों की राशियाँ इनसे भिन्न होती हैं। इनको तो हम बड़ी आसानी से हमारी नंगी आँखों से भी देख सकते हैं। जो नीहारिकाएँ

अपने प्रकाश के वर्णपटों में बड़े मुड़ावों को दिसलाती हैं, यह अपने दिख पड़ने वाले आकारों में छोटी और भुँधली होती हैं। इनके वर्णपटों में जो शोषणरेखाएँ देखी गई हैं वह सिर्फ चूने की ही हैं। यह दो रेखाएँ हैं जिनको क्रम से “एच्-रेखा” और “के-रेखा” कहते हैं। यह दोनों ही रेखाएँ वर्णपटों के अत्यन्त पने बैंगनी रङ्ग के छोर की ओर ही देखी जाती हैं। वर्णपटों का यह भाग हमारी आँखों से बिल्कुल ओझल रहता है, यद्यपि हम आसानी से इनके फोटो-चित्र तो ले सकते हैं। युवकों की आँखें तेज होने के कारण यह सूर्य के प्रकाश के वर्णपट में दोनों ही “एच्” और “के” रेखाओं को अलग अलग देख सकते हैं, परन्तु अवेइ अवस्था के या और भी अधिक उम्र के व्यक्ति इनको नहीं देख पाते।

सप्तर्षि तारा-मण्डल the great Bear में एक नीहारिका-गुण्डक है। उसकी नीहारिकाओं के वर्णपटों में यह दोनों ही रेखाएँ इन वर्णपटों के नीले और बैंगनी रङ्गों के भागों के ठीक बीच में मुड़ी हुई देखी जाती हैं। यह एक ऐसी बात है जो बिल्कुल अनोखी है; रङ्ग का यह एक महत्वपूर्ण परिवर्तन है। जो रेखाएँ साधारणतया वर्णपट के हरे भागों में पाई जाती हैं वनको यदि हम इन वर्णपटों में अलग से देख पावें तो मालूम होगा कि वह उनके लाल रङ्ग के भागों में जा पहुँची है।

ज्यों-ज्यों अधिक वर्णपट प्राप्त किये गये और उनकी रेखाओं के मुड़ाव नापे गये यह स्पष्ट होता गया कि सभी जगह

एक ही नियम काम कर रहा है। ऊपर हमने एक नियम का वर्णन किया है; यदि कोई एक नीहारिका बहुत दूर है तो उसके प्रकाश के वर्णपट का मुड़ाव भी बड़ा है। यह तो हम कह ही चुके हैं कि “लाल-मुड़ाव” का अर्थ हम यही लगाते हैं कि किसी एक पिण्ड के प्रकाश के वर्णपट में कैलसियम या चूने की दोनों रेखाएँ चलते चलते उस वर्णपट के लाल रङ्ग के छोर की ओर मुड़ गई हैं। यदि यह नियम नीहारिकाओं और नीहारिका-गुच्छों की काफी बड़ी संख्याओं पर बार-बार सही बतरे तो निश्चय ही हम “लाल-मुड़ाव” को सभी नीहारिकाओं और गुच्छों की दूरियों को नापने के एक माप-दण्ड के रूप में ग्रहण कर सकते हैं।

इस पुस्तक में हमने आकाश के पिण्डों की दूरियों को नापने के कई तरीकों का जिक्र किया है। उन तरीकों की तहों में जो नियम रहते हैं ठीक वैसा ही यह ऊपर का नियम भी है। एक बार जहाँ हम जानी हुई दूरियों के पिण्डों में एक ही रूप के कुछ पहलू पकड़ पावें तो उन्हीं पहलुओं को हम आगे चलकर उन पिण्डों पर भी लागू कर सकेंगे जिन की दूरियाँ जानी नहीं जा चुकी हैं। यह बात कहाँ तक सङ्गत और सत्य है, यह तो इसकी सर्वत्र मिली सफलता और परिणामों के शुद्ध होने के कारण स्पष्ट ही है।

अनन्त के पिण्डों की दूरियाँ आँकने के जिन नये-नये और अधिकाधिक राक्षशाढी तरीकों पर हम धीरे-धीरे जिस क्रम से पटुपते गये हैं उनकी ओर एक बार मुड़कर दृष्टि बाटना बड़ा

ही रुचिकर है। हमने पहिले सूर्य और तारों के लम्बनों से आरम्भ किया था। आगे जाकर दूर “देश” में लम्बन जहाँ लड़खड़ाने लगे तो हमारे हाथ लगा वह सम्बन्ध जो सेफीड तारों की घट-घटों के समय के अन्तरों और उनकी दीप्तियों में है। इसने हमारा हाथ पकड़ कर एक ही झटके में हमें लम्बनों के संकीर्ण वापरे से बाहर निकाल लिया। प्राप्त परिणामों ने हमारे साहस को दाद दी। सेफीड तारों का वह सम्बन्ध भी जब आगे जाकर हार मान घेठा तो प्रकाश के वर्ण-पटों के “छाल-मुड़ावों” ने हमारी लाठी धामी और हमें आगे बढ़ाये ले चले। दूरियों नापने की इन कसौटियों को हम जहाँ कहीं भी लगावें वह वहाँ लगी दूसरी कसौटियों से मेल खा जाती है और इनमें की प्रत्येक कसौटी दूसरी को सहारा और पुष्टि देती चलती है।

इस तरह पेसा मालूम होता है, जैसे कि यह विश्व-मंडाण्ड अपने घुस की परिधि पर, हमारे सभी ओर, दूर-दूर आगे फैलता चला जा रहा है। इसका यह मतलब तो हर्गिज नहीं है कि विश्व वैज्ञानिक घूम फिर कर फिर उसी पुरानी धारणा पर लौट आये हैं जिसके अनुसार हमारी पृथ्वी ही अखिल विश्व का केन्द्र थी। यह धारणा तो कब की मर चुकी, जैसा कि हम पहिले परिच्छेद में बिस्तार के साथ लिख आये हैं।

यहाँ पर यह कह देना आवश्यक है कि प्रकाश-किरणों के छाल छोर की ओर के मुड़ाव यदि दूर भागने की गतियों के ही सूचक हैं तो यह कहना कि यह सब करोड़ों और अरबों पिण्ड

हमसे दूर भागे चले जा रहे हैं, एक अर्ध-सत्य ही होगा। सत्य का दूसरा आ-गम भाग यह है कि उनमें के प्रत्येक पिण्ड से हम भी दूर भागे चले जा रहे हैं। इन दोनों ही अर्ध-सत्यों को मिलाकर पूरा सत्य तो यह है कि हम सब एक दूसरे से दूर भागे चले जा रहे हैं — वास्तव में; दूर और अधिक दूर होते चले जा रहे हैं। पृथ्वी और सूर्य की तो विसाद ही क्या; हमारी आकाश-गंगा भी अब विश्व का केन्द्र नहीं रह पाई है। उन विशालकाय तारा-मुण्डों में यह सिर्फ एक मुण्ड ही है। यदि किसी भी एक नौहारिका का अपना कोई एक ग्रह हो और उस पर भी कहीं कोई एक मुद्रिसील दर्रा रहता हो तो वह भी ठीक यही बात, यही दृश्य, देखेगा जो हम आज हमारी पृथ्वी से देख रहे हैं। अनन्त के पिण्डों के प्रकार के यह जो वर्षपट ढेगा, (हमारी आकाश-गंगा के जमाव के वर्षपट भी त्रिनमें होंगे) उनमें प्रकाश किरणों के “छाल-मुड़ाव” उसको भी यही घबलावेंगे कि वह सब पिण्ड उसके अपने ग्रह से दूर भागे चले जा रहे हैं। ठीक हमारी तरह यह भी एक अर्ध-सत्य का ही प्रयोग करते हुए कहेगा कि सभी नौहारिकाएँ, त्रिनमें हमारी पृथ्वी को लिए हुए आकाश-गंगा भी होगी, उससे दूर-दूर आगे की ओर भागी जा रही हैं।

प्रायः ही ऐसा होना है कि अर्ध-सत्य आपस में टकरा जाते हैं और जब पूर्ण-सत्य उनकी जगह स्थापित कर दिए जाते हैं तब जाकर ही यह करामत सत्य हो पाती है।

विश्व के इस फैलाव या दूर-दूर आगे बढ़े जाने के दृश्य को समझ में बिठा पाने के लिए हम यह कल्पना कर सकते हैं मानो यह समूचा ही विश्व एक ऐसा गुब्बारा है, जिसकी ऊपरी सतह पर, जहाँ-तहाँ, कुछ छोटे-छोटे कागज के टुकड़े चिपकाए हुए हैं। इनमें का प्रत्येक टुकड़ा एक-एक आकाश-गंगा या नीहारिका है। यदि इस गुब्बारे को हवा भरकर फुड़ाया जाय तो स्पष्ट ही यह टुकड़े अपनी-अपनी जगहों पर जमे हुए ही, एक-दूसरे से दूर होते चले जावेंगे।

और भी एक कल्पना कर सकते हैं। मान लीजिए कि यह विश्व एक विशाल-काय बादल है। यह बादल अत्यन्त घादीक और पतली गैस का बना हुआ है। इस गैस का प्रत्येक द्व्यणुक Molecule (अणुओं का एक जोड़ा) एक-एक आकाश-गंगा है। यदि यह बादल समूचा, एक ही साथ, समान रूप से फैलने लगे तो इसमें का प्रत्येक द्व्यणुक, कुछ समय बाद, दूसरे प्रत्येक द्व्यणुक से अपनी दूरी को दुगुनी कर लेगा।

इन "लाल-मुद्गारों" के आधार पर जो निष्कर्ष निकाला जा रहा है, उसको लेकर कुछ सन्देशशील वैज्ञानिकों ने एक विवाद खड़ा तो जरूर किया था। यह कहते थे कि और भी कुछ ऐसी बातें हैं, जो अनन्त के उन ज्योति-पिण्डों को लाल रङ्ग में रङ्ग देती हैं और इस कारण स्वभावतः ही उनकी प्रकाश किरणें उनके वर्णवर्णों के लाल क्षेत्रों की ओर देखी जा सकती हैं। परन्तु उन वैज्ञानिकों द्वारा उठाई गई इन शङ्काओं को एक-एक

कर गलन सिद्ध कर दिया गया है ; और आज तो यही सब
गैरसम्भन मत अपना लिया गया है कि आकाश-गङ्गाओं
अथवा नीहारिकाओं का दूर-दूर आगे की ओर भागना महज
एक दृष्टि-भ्रम न होकर एक विश्व-मन्य है ; एक वास्तविकता है।
विद्वत्-प्रज्ञाण्ड का यह एक ऐसा यत्नाय है जो हमें एक ही साथ
भय और विश्वास में डाल देता है।

आकाश-गङ्गाओं के इस प्रकार एक-दूसरी से दूर-दूर
भागते रहने के इस तथ्य की पुष्टि में दो अमेरिकन वैज्ञानिकों ने
एक प्रमाण और भी जुटा दिया है। यह वैज्ञानिक हैं डाक्टर
एडवर्ड लिली (Dr. Edward Lilly) और मि० एडवर्ड
मेक्लैन (Mr. Edward Meclain) जो दोनों ही वारिहटन
नेवल रीसर्च लेबोरेटरी से सम्बद्ध हैं। तारों की दो नीहारि-
काओं अथवा आकाश-गङ्गाओं के एक भीषण संघर्ष के सूचक
कुछ रेडियो-संकेतों (Radio signals) को उन्होंने अभी
हाल में, १० जनवरी सन् १९२६ ई० के दिन, पकड़ा है। इन
दोनों वैज्ञानिकों का कहना है कि यह संकेत भी ठीक वैसा ही
'लाल-मुड़ाव' दिखलाते हैं जैसा कि सुदूर अनन्त के ज्योति-
पिण्डों (तारों) से आती हुई प्रकाश-रश्मियाँ दिखलाती हैं।
उनके अपने शब्दों में ; ".....'This was fresh evidence
that the universe was expanding" अर्थात् यह एक
राजा प्रमाण है जो यह सिद्ध करता है कि विश्व आगे की ओर
र-दूर बढ़ा जा रहा है।

आकार-गङ्गाओं की आवादी का यह आगे की ओर होने-वाला बढ़ाव न केवल समझने में ही कठिन और दुर्लभ है, अपितु इसने सृष्टि-विज्ञान (Cosmology) के सामने कुछ अत्यन्त जटिल प्रश्न भी ला खड़े किये हैं । इनमें सब से अधिक प्रमुख प्रश्न यह है कि यदि बात कुछ ऐसी ही है तो निश्चय ही वह नीहारिकाएँ अथवा आकाश-गंगाएँ आज दिन अपनी उस जगह पर तो कदापि न होंगी, जहाँ वह हमें आज दिखाई पड़ रही हैं । हम उनको आज जो देख पा रहे हैं, वह उनके केवल उस प्रकार के साधन पर ही, जिसे उन्होंने आज से बहुत-बहुत पहिले ही हमारी ओर आने को भेजा था । प्रकार की अपनी गति तो आखिर प्रति सेकन्ड १८६,००० मील के वेग पर ही है । अपने मूल-स्रोत से चलकर हम तक पहुँचने में इस दूत को एक कल्पनातीत दूरी पार करनी होती है । इस दूरी को पार करने में उसे लाखों वर्ष लग जाते हैं । निश्चय ही, उस प्रकारा को हमारी ओर भेजकर वह नीहारिका अपनी उस समय की जगह पर जमकर तो बैठी नहीं रही । वीथ की इस कालावधि में वह तो दूर और बहुत दूर, आगे की ओर, बढ़ चुकी होगी ।

यह प्रश्न बहुत सज्जत है और इसका उत्तर भी हमें दिया जाता है । सच है; वह नीहारिका आज अपनी उस पुरानी जगह पर तो नहीं है, जहाँ रहकर उसने अपने उस दूत (प्रकारा) को हमारी ओर भेजा था जो आज इतने वर्षों बाद हमारे पास

पहुँच पाया है। बात कुछ टेढ़ी है, इसलिए इसे सरल और सुगोचर बनाने के लिए हम चित्र ३३ दे रहे हैं।

इस चित्र में ; केन्द्र में एक गैँद के रूप में हमारे “स्थानीय-नीहारिका-दल” Local group of Galaxies (परिचय ६ में वर्णित) को दिखलाया है। उसके आगे चारों ओर गैँदें दिखलाई गई हैं, वह करोड़ों नीहारिकाओं या आकाशगंगाओं का प्रतिरूपण करती हैं। यह गैँदें एक दूसरी से, इस कारण केन्द्र की गैँद (हमारे “स्थानीय-दल” से) दूर-आगे लुढ़कती दिखलाई गई हैं—जिन पर १ और २ के अङ्क अङ्क १ की गैँद उस स्थिति को बतलाती है जहाँ होते हुए इस उस प्रकारा को भेजा था जिसे हम अब देख पा रहे हैं। बाकी ओर आगे की अङ्क २ की गैँद उसकी वह स्थिति है जहाँ वास्तव में अब है। यह गैँद (नीहारिका) इतने तीव्र वेग भाग रही है कि इसका प्रकारा इसके चेहरे (आगे के भाग) छोटी नीली लहरों की एक झुरमुट बना लेता है और पीछे भाग में (जो हमारी ओर रहता है) लम्बी लाल लहरों के रूप में फैल-सी बना लेता है। प्रकारा की इस फैल की ललाई पर उस दूर भागने वाली नीहारिका का गति-वेग आँका जाता है।

चलते-चलते, इस प्रसङ्ग में, एक बात और भी कह देने की है, और यह यह कि यह भी सिद्ध किया जा सकता है कि किसी एक नीहारिका की आकृति भी आज ठीक वही तो न हो सकती जो आज हमें दिखाई पड़ रही है। नीहारिका “



३१" हमारी दृष्टि की सीधी रेखा पर बहुत ही मुकी हुई है। इसका परिणाम यह हुआ है कि जिस प्रकाश के साधन के बल पर हम उसके दूसरी ओर के (हमारी अपेक्षा) किनारे को देखते हैं, वह प्रकाश हमारी ओर के उसके किनारे को दिखलाने वाले प्रकाश से ४०,००० (उसका अपना व्यास diameter इतना ही है) वर्षों पहिले ही चल चुका था। क्योंकि यह नौहारिका अपने चारों ओर भी घूम रही है, इसलिये यह बात तो स्पष्ट हो गई कि जब वह पहिला प्रकाश उसके हमारी ओर के किनारे तक पहुँचा, तब तक उसका वह भाग का किनारा जिसने उस पहिले प्रकाश को भेजा था, स्वयं भी कुछ घूम चुका था। इस बात को दूसरे शब्दों में हम यों भी कह सकते हैं कि किसी भी एक क्षण, जब हम इस समूची नौहारिका को देखते हैं, उसका भाग की ओर का किनारा हमारी ओर के उसके किनारे से उम्र में ४०,००० वर्ष पुराना है। इसलिए अवश्य ही उस क्षण वह नौहारिका अपना एक बिछुरा रूप हो हमें दिखलाती है। वास्तविक बिछुरा सःश है; हाँ, इस बिछुरि की मात्रा को हम नहीं जान पाये हैं।

यह तो स्पष्ट ही है कि अनन्त के पेट में हम जितनी ही दूर बैठते जावेंगे, उतना ही ज़ादा वही वैषम्य भी पाते जावेंगे। जो नौहारिका आज हमसे १० करोड़ प्रकाश-वर्ष दूर देखी जाती है, वह हमें अपना आज का रूप न दिखला कर १० करोड़ वर्ष पुराना रूप ही दिखला रही है। इसी प्रकार आज हम

उसे जहाँ मौजूद देखते हैं, वहाँ तो यह आज से १० करोड़ वर्ष पहिले थी। यदि वह सचमुच, हमसे दूर ही भाग रही है तो आज दिन अपनी दिग्ग पड़नेवाली जगह से बहुत-बहुत आगे निकल चुकी होती है। हम यह भी नहीं जान सकते कि आज यह अपने मूल रूप में जीवित भी है या मर चुकी। यदि आज मर कर नष्ट भी हो जाय, तो भी उसका मूल हमें आज के १० करोड़ वर्षों तक दिखाई पड़ता रहेगा।

इसी प्रकार जैसे जैसे हम अधिक ऊँची दूरियों की ओर बढ़ते चलेंगे, यह वैयम्य भी उतना ही बढ़ता जायगा। विश्व के दूर के पिण्डों के लिए जो “भूतकाल,” या बहुत पहिले बीत चुका समय है, हमारे लिए वही “वर्तमान काल” बन जाता है। सच तो यह है कि विश्व-प्रमाण्ड में बाहर की ओर दूर-दूर देखने का मतलब ही है, भूतकाल में झाँकना ?

इस प्रकार चलते-चलते बात का सिद्धसिद्धा, अथ वहाँ जा पहुँचा है जहाँ “देश” Space और “काल” Time मिल जुल कर एक हो जाते हैं। वास्तव में, विश्व के रूप की किसी भी कल्पना में हम देश और काल को अलग करके नहीं देख सकते। इसी कारण आज हम सृष्टि-विज्ञान के पण्डितों को “देश-काल का घिराव या चौखटा” Space-Time Continuum के विषय में चर्चा करते सुनने लगे हैं।

“लाल मुड़ाव” की बात या खोज जहाँ स्वयं अपने आप में हमारे लिए अनोखी, नयी और उत्कृष्टपूर्ण है वहाँ उसने अपनी

जैसी ही अनोखी और नयी इस "देश काल के चौखटा" की बात को भी जन्म दिया है। यह बात आइन्स्टीन के 'सापेक्षवाद' का एक प्रमुख पदार्थ है। उस 'वाद' का विवेचन करते समय हम इस पर पूरा प्रकाश डालेंगे।

अब हम यह समझ सकते हैं कि सृष्टि-विज्ञान के पण्डित, इस विश्व की चर्चा करते समय, "यहाँ" और "अब" इन शब्दों का प्रयोग करने में क्यों इतने हिचकिचाते हैं। हमारे किसी भी राइर-दिल्ली, कलकत्ता, और चम्पई—की भौगोलिक स्थिति बतलाते समय हम, हट्ट निश्चय के साथ, यह कह सकते हैं कि वह अमुक राइर अमुक अक्षांश और देशान्तर रेखाओं पर है और इस आधार पर कोई भी दूसरा व्यक्ति एक मानचित्र map में उसकी सही स्थिति जान सकता है। हमारी पृथ्वी की उसकी भ्रमण-कक्षा पर किसी भी दिन की स्थिति को भी हम इतने ही निश्चय के साथ ठीक बतला सकते हैं। परन्तु जब हम दूर और अधिक दूर के आकाशीय पिण्डों की स्थितियाँ बतलाने का प्रयास करते हैं, हमारे सामने अनेक उलझनें आ खड़ी होती हैं।

गण्डो

सच तो यह है कि प्रत्येक पिण्ड की 'अनन्त देश' space में दो-दो स्थितियाँ होती हैं : (१) जहाँ हम उसे आज देखते हैं और (२) जहाँ वह आज वास्तव में है। हमारे सप्तसे आस के तारे आल्फा सेन्टौरो Alpha Centauri को ही लीजिये। उसके विषय में हम हट्ट विश्वास के साथ यह तो कभी नहीं कह

सकते कि जिस रूप में और जहाँ उसे हम आज और देखते हैं, वह उसका शुद्ध वास्तविक रूप और स्थिति है। तब पहुँचने में उसका प्रकाश चार वर्षों से कुछ अधिक समय लेता है ; इसलिये आज हम उसके जिस रूप और स्थिति में देख पा रहे हैं वह, वास्तव में, चार वर्ष पहिले का उसका और स्थिति है। यही नहीं ; हम निश्चय पूर्वक यह भी कह सकते हैं कि वह तारा आज मौजूद भी है या नहीं। इस बात को तो हम आज के लगभग चार वर्ष बाद जान पायेंगे।

यह बात और भी अधिक जटिल और दुरूह हो उठती जब हम दूर भागती हुई नीहारिकाओं अथवा आकाश-गंगाओं की चर्चा पर उतर आते हैं, न केवल इसी कारण कि इन उनकी दूरियाँ उतनी बड़ी हैं ; अपितु दूर भागने के उनके वेग भी उतने ही उलझन भरे हैं।

अब, यदि हम यह मान लें कि जिन आकाश-गंगाओं का हम देख रहे हैं वह अरबों और खरबों वर्षों से उन्हीं सापेक्ष दिशाओं में और उन्हीं सापेक्ष वेगों से एक दूसरी से दूर-दूर धादर की ओर दौड़ी चली जा रही हैं तो हम स्पष्टतः इसी एक निष्कर्ष पर पहुँचेंगे कि उन सबने एक ही जगह से और एक ही समय यों भागना शुरू किया था। सीधे से शब्दों में इसका यही मतलब हुआ कि इन आकाश-गंगाओं की इस दौड़ की शुरुआत का समय ही इस समूचे विश्व की उत्पत्ति का समय

है। ठीक उस समय को ही हम विश्व का उद्भव-काल कहते हैं। इस उद्भव काल को लेकर वैज्ञानिकों ने विस्तृत वैज्ञानिक तथ्यों के आधार पर, अनेक कल्पनाएँ प्रस्तुत की हैं। आगे चलकर एक परिच्छेद में हम इन कल्पनाओं का पूरा विवरण देंगे।

“लाल-मुड़ाव” (the Red Shift) ने विश्व के जिस मौलिक रहस्य को खोलकर हमारे सामने रख दिया है, उस पर हम प्रकाश डाल चुके। यह हमारा सीमाश्रय ही था कि “लाल मुड़ाव” हमारे हाथों में आ पड़ा ; नहीं तो लाख सिर पटकने पर भी अनन्त के पेट में गड़े हुए इस भेद को हम नहीं जान पाते और विश्व के विषय में हमारा ज्ञान अधूरा, अधकचरा और भ्रामक ही बना रहता। दूर-दूर, आगे की ओर, फैलते या घटते हुए विश्व की कल्पना इतनी दुरूह है कि समझ में आना ही नहीं चाहती।

यहाँ हम एक बात स्पष्ट कर देना चाहते हैं। यह फैलाव विश्व के समूचे आकार-विस्तार का ही है ; विश्व के सभी ठोस पिण्डों (ग्रहों और तारों) के अपने व्यक्तिगत आकारों में ऐसा कोई फैलाव नहीं होता। इस बात का हमें प्रत्यक्ष अनुभव भी है। हम देखते हैं कि हमारी पृथ्वी तो फैल नहीं रही है। यदि यह भी यों फैलती होती तो वृत्ताकार घनी रहते हुए इसका अर्ध-व्यास (जो वास्तव में इसकी वक्रता का अर्ध-व्यास ही है) लगातार बढ़ता ही जाता ; और ठीक इसके अनुरूप पृथ्वी की सतह पर के सब स्थान भी एक दूसरे से दूर, और अधिक दूर,

होते जाते। भारत की राजधानी दिवों में रहने वाला प्रत्येक व्यक्ति, उस अवस्था में, यही कहता कि दुनिया के सभी नगर, करने और गांव किसी शहर से लगातार दूर होते चले जा रहे हैं। जो स्थान किसी शहर से अधिक दूर होते यह, उस शहर के पास के स्थानों की अपेक्षा, अधिक शीघ्र गति से दूर होते चलते। लन्दन शहर का निवासी कहता कि दुनिया के सभी नगर और कस्बे, उसके अपने शहर लन्दन से, लगातार दूर होते चले जा रहे हैं। इस प्रकार, दुनिया के प्रत्येक स्थान का निवासी, अपने स्थान को छोड़, थिडथुड ऐसी ही भावें करता।

यिश्च यदि इस अर्थ में, जिसके स्पष्टीकरण की ऊपर चेष्टाएँ की गई हैं, सचमुच फैल ही रहा हो तो हम नहीं कह सकते कि इसका यथार्थ विस्तार कितना है; क्योंकि यह विस्तार तो लगातार बढ़ ही रहा है।

इस प्रसङ्ग को समाप्त करने के पहिले हम एक दिक्कत तुलना का जिक्र कर देना चाहते हैं। “लाल मुद्राव” को पकड़ने में जिस वर्णपट-दर्शक यन्त्र को हम काम में लेते हैं उसकी तुलना ‘रडार’ (Radar) के एक ग्राहक-यन्त्र से कर सकते हैं। द्वितीय महायुद्ध के दिनों में शत्रुओं के चम-चर्पक हवाई जहाजों को दूर रहते ही देख पाने और फिर उचित प्रतीकार करने के लिए ही इस यन्त्र का आविष्कार और उपयोग किया गया था। “रडार किरणों” द्वारा पकड़ कर लाया गया शत्रु के हवाई जहाज का बिम्ब (blip) जब उस यन्त्र के ग्राहक-पट्टे पर

पड़ता है तो यन्त्र-चालक तुरन्त जान जाता है कि पर्दे पर अंकित 'शून्य' बिन्दु और उस बिन्दु, जहाँ वह पड़ रहा है, के बीच की दूरी उस यन्त्र के ग्राहक-दण्ड (receiving aerial) और उस हवाई जहाज की दूरी के ठीक समानुपात में है। गणिता की एक सीधी-सी प्रक्रिया द्वारा यह चालक तब उस समानुपात की राशि को मीलों में बदल कर तुरन्त जान लेता है कि वह जहाज उससे कितना दूर है।

ऐसा करने में उस यन्त्र-चालक को विद्युत्-शास्त्र की अथवा विद्युत्-चुम्बकीय किरणों के गुणों की कोई विशेष जानकारी होना आवश्यक नहीं है ; उस चालक के दृष्टिकोण से वह असम्बद्ध से है। ठीक इसी तरह यदि खगोल-वैज्ञानिक भी आकाश-गङ्गाओं की केषल दूरियाँ जानने में ही रुचि रखते होते तो वह भी अपने वर्णपट-दर्शक यन्त्र को उतनी ही लापरवाही के साथ देखते जैसे कि रडार-यन्त्र के चालक उस यन्त्र में लगे हुए "क्षेत्रीय किरण द्यूथ" के पर्दे को देखते हैं। उनका काम तब केवल यही होता कि वह वर्णपट के लाल छोर की ओर होने-वाले प्रकाश-किरणों के मुद्दामों को नाप भर लें और उनपर हिसाब लगाकर उस प्रकाश को भेजनेवाले ज्योति-पिण्ड की दूरी जान लें। परन्तु इन वैज्ञानिकों को तो मानो एक सनक रहती है ; विश्व की रचना के किसी भी अङ्ग या विषय को वह अछूता छोड़ना नहीं चाहते। उनको तो सनक चढ़ी रहती है कि यह सब विषय उनके सामने आकर अपनी वेप-भूपाओं को

पड़ते। उस अवस्था में तो यह समूचा ही आकाश, अपने सम्पूर्ण रूप में, प्रकाश से दिपता होता। आज हम यह जान गये हैं कि हमारी आकाश-गंगा के तारों की एक निश्चित संख्या है, और यह भी कि यदि हम प्रकाश की चाल के वेग से (एक सेकण्ड में १८६,००० मील के वेग से) ऊपर की ओर बढ़ते चले जायें तो कुछ ही हजार वर्षों में तारों के इस मुण्ड (आकाश गंगा) से आगे निकल जायेंगे। रात के आकाश में तारों के बीच दिख पड़ने वाले अन्धकार-क्षेत्रों की एक बार तो हम यों विवेचना कर सकते हैं।

परन्तु, विश्व-महाण्ड में अकेली हमारी आकाश-गंगा ही तो नहीं है। दूर-दूर, और भी दूर, आगे न मालूम कितनी ऐसी आकाश-गंगाएँ भरी पड़ी हैं। आखिर वह सब तारों की ही तो घनी हुई है—तारों की महज एक-एक मुण्ड है। इस कारण वह सब प्रकाशमान है और अपने चारों ओर ही अपना प्रकाश बिखेर भी रही है। इस तरह के करोड़ों ही तारा-मुण्ड विश्व में विद्यमान हैं और हमारी बड़ी से बड़ी दूरबीन भी इन तारा-मुण्डों के विशाल समूहों का कोई अन्त नहीं देख पाई है। इतना सब होने पर भी रात के समय आकाश में अन्धकार तो बना ही रहता है। प्रश्न यह है कि यदि नीहारिकाएँ (तारा-मुण्ड) इस विश्व में आगे, और आगे, इसी प्रकार घिसती हों तो क्यों नहीं हम समूचे आकाश को बराबर प्रकाशित ही देख पाते? फिर यह अन्धकार क्यों?

इस प्रश्न का एक जंचता-सा उत्तर दिया तो जाता है। इस उत्तर का मूल आधार वह धारणा ही है कि प्रकाश-किरणों के लाल-छोर की ओर के मुड़ाव *redshifts* सचमुच उन पिण्डों के दूर भागने की गतियों के सूचक ही हैं। हमसे १० करोड़ प्रकाश-वर्षों की दूरी पर जाकर तो वह पिण्ड दूर भागने की अपनी चालों को इतनी तेज कर लेते हैं कि वह प्रकाश की चाल के एक तिहाई तक जा पहुँचती हैं। किसी एक पिण्ड की हमसे दूरी और उसके आगे भागने के वेग में एक सीधा समानुपातिक सम्बन्ध है जिसका जिक्र हम १० वें परिच्छेद में कर आये हैं। यदि यह सम्बन्ध सभी दूरियों पर एक समान लागू हो तो हमें मानना होगा कि आज हम जिन नीहारिकाओं को, माउन्ट पैलोमर दूरबीन की मदद से, हमसे २ अरब प्रकाश-वर्ष दूर देखते हैं (वास्तव में, आज है तो वह ३६ अरब प्रकाश-वर्ष दूर; परिच्छेद १०) वह प्रकाश-वेग के दो तिहाई वेग से दौड़ रही हैं। यदि माउन्ट पैलोमर की दूरबीन से भी बड़ी एक दूरबीन और हो, और वह हमारी दृष्टि-शक्ति को बढ़ा कर हमें २१ अरब प्रकाश-वर्षों दूर तक की नीहारिकाओं को दिखा सके (जो आज दिन, वास्तव में हमसे ५ अरब प्रकाश-वर्ष दूर होंगी) तो उस हालत में हमारी आँखें उन नीहारिकाओं या आकाश-गंगाओं को छा छूँगी जिनके दौड़ने के वेग, हब्ल-लैमेसन नियम के अनुसार, प्रकाश के वेग के बराबर होंगे। परन्तु, क्या हम उनको देख भी सकेंगे? क्योंकि, यदि वह

पड़ते। उम्र अवस्था में तो यह समूचा ही आकाश, अनेक
संयुक्त रूप में, प्रकारों से दिखता होता। आज हम पर उप-
गते हैं कि हमारी आकाश-गंगा के तारों की एक निम्न संख्या
है, और यह भी कि यदि हम प्रकारों की बात के वेग से (एक
सेकण्ड में १८६,००० मील के वेग से) ऊपर की ओर बढ़ते चले
जायें तो कुछ ही हजार वर्षों में :तारों के इस गुच्छ (आकाश
गंगा) से आगे निकल जायेंगे। रात के आकाश में तारों के
धीमे विश्व पड़ने वाले अन्धकार-क्षेत्रों की एक बार तो हम यों
चिन्तित कर सकते हैं।

परन्तु, विश्व-प्रमाण में अकेली हमारी आकाश-गंगा ही
तो नहीं है। दूर-दूर, और भी दूर, आगे न मालूम कितनी
ऐसी आकाश-गंगाएँ भरी पड़ी हैं। आखिर यह सब तारों
की ही तो घनी हुई है—तारों की बहुत एक-एक गुच्छ है। इस
कारण यह सब प्रकारमान है और अपने चारों ओर ही अपना
प्रकाश बिखेर भी रही है। इस तरह के करोड़ों ही तारा-गुच्छ
विश्व में विद्यमान हैं और हमारी बड़ी से बड़ी दूरबीन भी
इन तारा-गुच्छों के विशाल समूहों का कोई अन्त नहीं देख पाई
है। इतना सब होने पर भी रात के समय आकाश में
अन्धकार तो बना ही रहता है। प्रश्न यह है कि, यदि नीहा-
रिकाएँ (तारा-गुच्छ) इस विश्व में आगे, और आगे, इसी
प्रकार बिखरी हों तो क्यों नहीं हम समूचे आकाश को बराबर
प्रकाशित ही देख पाते ? फिर यह अन्धकार क्यों ?

विश्व का ओर-छोर : है या नहीं ?

इस प्रश्न का एक ज्वलता-सा उत्तर दिया तो :
 उत्तर का मूल आधार वह धारणा ही है कि प्रकाश-किरणों के
 लाल-छोर की ओर के मुड़ाव redshifts सचमुचे ५० करोड़
 के दूर भागने की गतियों के सूचक ही हैं। हमसे दूर भागने की
 प्रकाश-वर्षों की दूरी पर जाकर तो वह पिण्ड दूर भागने की
 अपनी चालों को इतनी तेज कर लेते हैं कि वह प्रकाश की चाल
 के एक तिहाई तक जा पहुँचती हैं। किसी एक पिण्ड की हमसे
 दूरी और उसके आगे भागने के वेग में एक सीधा सम्बन्ध है जिसका जिक्र हम १० वें परिच्छेद में
 यदि यह सम्बन्ध सभी दूरियों पर एक समान लक्ष्य
 मानना होगा कि आज हम जिन नीहारिकाओं का प्रकाश-वर्ष दूर
 पैलोमर दूरबीन की मदद से, हमसे २ अरब प्रकाश-वर्ष
 देखते हैं (वास्तव में, आज हैं तो वह ३३ अरब प्रकाश-वर्ष
 दूर ; परिच्छेद १०) यह प्रकाश-वेग के दो तिहाई वेग से दौड़
 रही है। यदि माउन्ट पैलोमर की दूरबीन से भी बड़ी एक
 दूरबीन और हो, और वह हमारी दृष्टि-शक्ति को बढ़ा कर हमें
 २॥ अरब प्रकाश-वर्षों दूर तक की नीहारिकाओं को दिखाने
 (जो आज दिन, वास्तव में हमसे ५ अरब प्रकाश-वर्ष दूर
 होंगी) तो उस हालत में हमारी आँखें उन नीहारिकाओं या
 आकाश-गंगाओं को जा छूँगी जिनके दौड़ने के वेग, द्रव्यल-
 एम्पेसन नियम के अनुसार, प्रकाश के वेग के बराबर होंगे।
 परन्तु, क्या हम उनको देख भी सकेगे ? क्योंकि, यदि वह

रहा हो तो उमकी चाल में भी इन कम्पनों की पाउ हा कोई सम्बन्ध नहीं रहता। उम गण्य को डाक करते हुए हम कहते हैं कि हवा को छेड़र—हवा की मापेक्षता में—ध्वनि का वेग स्थिर है, अपरिवर्तन-शील है; अर्थात् उममें कोई भी, सून् से भी सून्म, परिवर्तन नहीं होता।

प्रकाश भी एक तरह का लहर-कम्पन ही है। प्रकाश के लहर-कम्पन के रूप को छेड़र यह तर्क किया गया कि यदि बात ऐसी ही है तो अवश्य उसका एक माध्यम भी है—कोई एक साधन जिसमें यह कम्पन होते हुए आगे बढ़ते जाय। इस माध्यम की कल्पना भी की गई। यह एक अनोखा माध्यम था; न वो यह दिख पड़ सकता था और न इसे छुआ ही जा सकता था। इसको “प्रकाश-वाहक ईथर” नाम दिया गया। यों तक यह कल्पित ईथर मनुष्य की प्रकाश-सम्बन्धी विचार-धारा पर शासन करता रहा।

ईथर ने, अपने शासन-काल में “देश” (space) की एक गलत व्याख्या को काफी प्रभय दिया था। अनन्त शून्य को ही, समूचे रूप में, “देश” (space) कहते हैं। यह बात गुरु से ही एक स्वयं-सिद्ध के रूप में, मान ली जाती थी कि “देश” एक स्थिर और अचल आधार है, जिस के प्रसङ्ग में किसी भी वस्तु की शुद्ध “परमार्थ”, अथवा “निरपेक्ष” (absolute) स्थिति या गति को व्यक्त किया जा सकता है। भौतिक-विज्ञान के पण्डितों ने जब यह कहा कि “देश” में सर्वत्र ईथर, अलक्ष्य रूप

में, भरा हुआ है, तब तो अचल “देश” की मान्यता को ओर भी ज्यादा जोर मिल गया ।

सन्तीसवीं शताब्दी के एक गणितज्ञ क्लर्क मैक्सवेल (Clerk Maxwell) ने, गणित के प्रयोगों के आधार पर, यह बता दिया था कि प्रकाराके गुणों की शुद्ध और सन्तोषजनक व्याख्या सिर्फ इसी एक मान्यता पर ही की जा सकती है कि कोई भी एक लहर-कम्पन, अपने वास्तविक और सच्चे रूप में, विद्युत् चुम्बकीय है । विद्युत् और चुम्बक के जाने हुए गुणों को लेकर ही उसने यह बताया कि निश्चय ऐसा लहर-कम्पन है और यह भी कि विद्युत्-चुम्बकीय सिद्धान्त के कुछ “स्थिरों” (constants) के साथ उस लहर-कम्पन के वेग का एक निर्दिष्ट सम्बन्ध भी अवश्य है । इस प्रकार गणित-शास्त्र ने न केवल प्रकारा के प्रसार की क्रिया का सही स्पष्टीकरण ही किया अपितु, अपने प्रयोगों के एक आवश्यक निष्कर्ष के रूप में, उन विद्युत्-चुम्बकीय लहरों की उत्पत्ति की सम्भावना भी बता दी—उन लहरों की जिन्हें आज के वैज्ञानिकों ने आविष्कृत कर बेतार (wireless) अथवा रेडियो लहरों का नाम दिया है । क्लर्क मैक्सवेल का यह काम बड़ा महत्वपूर्ण और युगान्तरकारी था । इसने हर्ट्ज़, लोज़ और मार्कोनी जैसे अन्वेषकों को इस क्षेत्र में आगे बढ़ने का उत्साह दिया और उनको अपने अन्वेषणों के सही मार्ग पर ले जाकर खड़ा कर दिया । हर्ट्ज़ ने, आगे बढ़ कर सर्वप्रथम एक विद्युत्-चिनगारी की लहरों ओर प्रसारों को

दूर से ही पकड़ा। अगर थर्क मैक्सवेल अपने गणितीय प्रयोगों के द्वारा इस क्रिया की सम्भावना न बता गया होता तो हर्ज़ के लिए इस क्रिया को कर पाना शायद ही सम्भव हो पाता। मार्कोनी को ही हम बेतार-लहरों का प्रथम आविष्कारक मानते हैं; हमें अपना सिर पीछे की ओर घुमाकर जरा एक नज़र, जेम्स थर्क मैक्सवेल को भी देख लेना चाहिए जिसने इन लहरों के सही रूपों को अपने गणितीय तुल्यकों अथवा समीकरणों equations में पहिले ही देख लिया था। किसी एक सिद्धान्त की पुष्टि में इससे और ज्यादा जोरदार प्रमाण हो ही नहीं सकते।

वायरलेस अथवा बेतार-तरङ्गों, प्रसरण-शीलताप, प्रकार, पराकासनी किरणें, एक्सकिरणें, रेडियो धर्मी पदार्थों की किरणें और जापान के हिरोशिमा और नागासाकी शहरों को बर्बाद करने वाली अणु-बम की किरणें-यह सब, मूल रूप में, एक ही हैं; उस अर्थ में ही जिसमें कि किसी एक वाद्य-यन्त्र के सप्तकों से निकले स्वर एक ही हैं। उनमें परस्पर जो कुछ भी दिस पड़ने वाली भिन्नता है वह सिर्फ उनकी अपनी-अपनी फड़कनों frequencies की संख्या और लहर-लम्बाइयों की कम-बेसी के कारण ही है। इन सबका एक सामूहिक नाम “किरण-प्रसरण” radiation है। समूचा अनन्त या “देरा” (space) इस किरण-प्रसरण से भरा हुआ है। सच कहा जाय तो यह भौतिक विश्व सिर्फ द्रव्य और किरण-प्रसरण का बना हुआ ही है।

हम ऊपर कह आये हैं कि ध्वनि की चाल का वेग, उसकी वाहक और माध्यम हवा की सापेक्षता में, हमेशा अपरिवर्तनशील या वही रहता है। अगर किरण-प्रसरण भी ईथर में एक लहर-कम्पन ही हो तो उसके प्रसार का वेग भी अपने वाहक और माध्यम ईथर की सापेक्षता में, हमेशा अपरिवर्तनशील ही होगा।

परन्तु यह बात इतनी सीधी नहीं। वेधों और परीक्षणों से ज्ञात हुआ है कि किरण-प्रसरण का वेग, उसके किसी भी दर्शक या देखने वाले व्यक्ति की सापेक्षता में तो अपरिवर्तनशील ही है। जो कुछ हो एक बात तो यिल्कुल निश्चित है; किरण-प्रसरण का वेग उस वस्तु, जो उसे प्रसारित कर रही है (अपने स्रोत या जनक) की सापेक्षता में तो अपरिवर्तनशील नहीं है। अगर ऐसा होता तो द्वि-तारों binary stars (परिच्छेद ६) के हमारे वेधों के परिणाम जो कुछ अब हैं उनसे यिल्कुल ही भिन्न होते।

यह तर्क कि, हमसे २॥ अरब प्रकाश-वर्ष दूर दिख पड़ने वाली (वास्तव में, आज है तो वह हमसे ५ अरब प्रकाश वर्ष दूर) एक नीहारिका या आकाश-गंगा का प्रकाश हम तक कभी पहुँच ही न पायेगा, यिल्कुल गलत है। उतने वर्षों में (२ अरब वर्षों में) वह हम तक पहुँचेगा तो जरूर, परन्तु किस रूप में ? उस समय उस प्रकाश की पड़कन Frequency “शून्य संख्या में होगी और उसकी लहर-लम्बाई भी होगी अपरिच्छिन्न।

असीम। उस रूप में तब यह किरण-प्रसरण न रह पावेगा। घमड़ी गहायता से न तो हम उस नीहारिका का एक फोटो-चित्र ही ले सकेंगे और न उसे देख ही सकेंगे। इसी और तरीके पर भी हम उसके अस्तित्व को न जान पावेंगे। वह नीहारिका हमसे हमेंसा अदृश्य हो पनी रहेंगी। यह तो बड़ा बात हुई—हमारे लिए तो वह नीहारिका, तब, न होने के समान ही होगी।

छठे परिच्छेद में, डोपलर के सिद्धान्त को समझाते हुए हमने किसी रेलवे-स्टेशन के प्लेटफार्म पर खड़े एक व्यक्ति के द्वारा सुनी गई रेलवे-एञ्जिन की सीटी की ध्वनि के घटाव और बढ़ाव का जिक्र किया था। ध्वनि की तेजी के घटाव और बढ़ाव को जानने के लिए हमने वहाँ ध्वनि की चाल के वेग के, हवा की सापेक्षता में, अपरिवर्तनशील होने की बात का सहारा लिया था। हमने तब यह मान लिया था, यद्यपि इस बात का स्पष्ट उल्लेख तो नहीं किया था, कि वही प्लेटफार्म पर हवा चल नहीं रही थी; क्योंकि हमें तो वहाँ यही समझाना था कि ध्वनि का वेग, सुनने वाले की सापेक्षता में अपरिवर्तनशील है। ठीक उसी प्रकार, प्रकाश किरणों के “लाल-मुड़ाव” को लेकर उस नीहारिका के हमसे दूर भागने की गति का वेग जानने के लिए हम वहाँ भी यही मान लेते हैं कि प्रकाश का वेग, उस नीहारिका की सापेक्षता में अपरिवर्तनशील न हो कर दर्शक की सापेक्षता में ही ऐसा है।

सन् १६०५ ई० के पहिले तो हम निःसंकोच यह कह सकते थे कि प्रकाश का वेग, अपने माध्यम ईथर की सापेक्षता में, अपरिवर्तनशील ही है। हम यह भी मान सकते थे कि ईथर-वायु वह नहीं रही है। परन्तु सन् १६०५ ई० में जर्मनी के तत्कालीन निवासी अल्बर्ट आइन्स्टीन ने “सापेक्षता के विशेष सिद्धान्त” पर कुछ पत्र प्रकाशित किए। आइन्स्टीन के इन सिद्धान्तों ने ईथर को राज्य-व्युत्त कर मानों उसे देश-निकाश ही दे दिया। आज तो हमारे पास अनेक सबल कारण जुट चुके हैं जिनसे हमारा यह विश्वास हट हो गया है कि विश्व में, अथवा “देश” में, “ईथर” नामक कोई चीज है ही नहीं। इस बात को हम, अगले परिच्छेद में स्पष्ट समझावेंगे।

फिलहाल तो हमारे सामने यही प्रश्न है कि जो नीहारिका हमसे २॥ अरब प्रकाश-वर्ष दूर होगी, उसका क्या हाल होगा ? अब तक हम जिन मान्यताओं पर चलते आ रहे हैं, उनके बल पर तो इस प्रश्न का सिर्फ एक ही उत्तर दिया जा सकेगा और वह यह कि वह नीहारिका हमसे अदृश्य ही बनी रहेगी। यदि हम कोई और दूसरी मान्यता अपना लें, तो जैसा हम यहाँ आगे चलकर स्पष्ट करेंगे, उक्त उत्तर से भिन्न दूसरा एक उत्तर और भी हो सकेगा। पृथ्वी के गोले की परिधि २४००० मील मान कर हम कह सकते हैं कि रामेश्वरम् के शिव-मन्दिर से जो स्थान १२,००१ मील दूर है, वही स्थान उस मन्दिर की दूसरी ओर उससे ११,६६६ मील दूर भी है।

यहाँ आकर हमें यह महसूस हो रहा है, मानो हम अब गहरे पानी में धुसते जा रहे हैं। आइन्स्टीन का महज नाम लेने से ही इस बात का अंदेशा हो जाता है। परन्तु, आइन्स्टीन को हम टाल भी तो नहीं सकते। यदि हम इस विश्व के रूप को युद्धिगम्य करने में कुछ प्रगति करनी चाहें, तो, देर अवेर, कभी न कभी तो हमें आइन्स्टीन से निवटना ही होगा। परन्तु उसको छेड़ने के पहिले, हम मौजूदा वर्णन की विषय उक्त २॥ अरब प्रकाश-वर्ष दूर की नीहारिका को लेकर छिड़ी हुई यातपीत को पूरी कर लेना चाहते हैं।

यदि फड़कनों और दूरियों का आपसी सम्बन्ध समूचे विश्व में सर्वत्र ठीक उतरे; यदि प्रकाश-किरणों के "लाठ-मुड़ाव" डोपलर के सिद्धान्त के अनुसार ही हों और पिण्डों के दूर-दूर भागने की वास्तविक गतियाँ ही उनके अर्थ हों; यदि अनन्त "देश" विवकुल सीधासपाट हो और उसमें आइन्स्टीन द्वारा सुन्नाई गई ऐंठनें twists or kinks न हों; तो निरवय ही २॥ अरब प्रकाश-वर्ष दूर या उससे भी परे की कोई नीहारिका हमारी आँखों से हमेशा अदृश्य ही बनी रहेगी और एक अर्थ में तो यह भी कहा जा सकेगा कि उनका कोई अस्तित्व ही नहीं है; क्योंकि जो वस्तु न तो एक भौतिक रूप में और न एक सिद्धान्त के रूप में दिख पड़े, हमारा आज का विज्ञान उससे कोई सरोकार ही नहीं रखेगा। हम यह तो मान सकते हैं कि हमारी आकाश-गंगा में रहनेवाले दृढायटी बादलों

के आगे, उस ओर, नीहारिकाएँ हैं क्योंकि तब हम यह कल्पना तो कर ही सकते हैं कि कभी न कभी वह वादळ उनके आगे से हट जावेंगे और तब हम उन नीहारिकाओं को देख सकेंगे । परन्तु यह तो हम कभी नहीं मान सकेंगे कि प्रकाश के वेग ने हमारी दृष्टि-शक्ति की जो अन्तिम सीमा-रेखा खींच दी है, उसके आगे और भी नीहारिकाएँ हैं ; क्योंकि लाख सिर पटकने पर भी हम ऐसी किसी नीहारिका को अनन्त काल तक कभी भी नहीं देख पावेंगे । और जिसे हम देख ही नहीं सकते, हमारे लिये तो वह न होने के बराबर ही होगी । किसी भी हालत में हम यह कल्पना तो कर ही नहीं सकते कि प्रकाश का वेग अथवा उसके गुणों और धर्मों के परिणाम कभी उस रूप या रूपों से भिन्न भी हो सकेंगे जिस रूप में या जिन रूपों में वह विश्व में देखे जाते हैं । अथ. तर्क के लिये यदि हम यही मान लें कि प्रकाश के “लाल मुद्गारों” का उक्त अर्थ गलत है और वह नीहारिकाएँ हमसे दूर-दूर न भागकर एक ही जगह स्थिर खड़ी हैं, तो उस हालत में भी बात वही होगी । २॥ अरब प्रकाश-वर्षों की सीमा पर प्रकाश-किरणों के मुद्गार इतने बड़े हो उठेंगे कि वर्णपट ही स्वयं गायब हो जायगा—कोई वर्णपट बनेगा ही नहीं । उस हालत में प्राप्त किया जा सके, ऐसा कोई किरण-प्रसरण ही न रहेगा । उक्त दूरी पर, या उससे भी परे, जो नीहारिकाएँ होंगी वह बिल्कुल अदृश्य रहेंगी । जैसा हम ऊपर भी कह चुके हैं, एक अर्थ में तो हमारे लिये वह न होने के

समान ही होंगी। प्रश्न को हम चाहे जैसे टटोलें, उत्तर एक ही होगा जो ऊपर दिया जा चुका है।

इस पिछली मान्यता को यदि हम सही मान लें तो उस नौहारिका को लेकर तो कोई गड़बड़ न होगी ; इसके अनुसार भी वह हमसे ओझल ही रहेगी। परन्तु तब प्रश्न यह होगा कि प्रकाश-किरणों के लाल छोर की ओर देखे जाने वाले मुड़ाव यदि, इस मान्यता में, पिण्डों के दूर भागने की गति के कारण नहीं हैं तो उनका दूसरा कारण और कौन-सा है ? इस कारण को खोजने के लिये हमें और गहरे उतर कर प्रकाश-किरणों के अणुओं पर नजर डालनी होगी। प्रकाश के वर्णपट spectrum के किसी एक बिन्दु पर होने वाली उसकी (प्रकाश की) फड़कनें (मसलन्, कैलिसियमकी “के” रेखा) इन किरणों से सम्बन्धित अणुओं की ही स्वाभाविक फड़कनें हैं—“के” रेखा में कैलिसियम के अणुओं की। यह स्वाभाविक फड़कनें स्वयं अणुओं के भीतर होने वाले अत्यन्त तेज घम्पन ही हैं। इन जानते हैं कि पृथ्वी पर तो यह भिन्न-भिन्न फड़कनें, निश्चित संख्याओं में बँधी हुई हैं। कुछ बातें, जैसे कि दवाव, उन पर थसर तो डाल सकती हैं, परन्तु उन असरों की मान-राशि को जाना जा सकता है और उनका उचित जमा सर्च भी किया जा सकता है।

जो हो ; एक बात तो जरूर है कि बहुत थोड़े समय से ही हमने उनको देखना और नापना शुरू किया है। इसलिये इस

पहिले ही हुआ था।

प्रकाश-किरणों के छाल-मुड़ावों की एक तीसरी कैफियत भी दी जाती है। यहाँ, इस कैफियत में, यह मान लेना है कि अनन्त "देश" में विचरण करता हुआ किरण-प्रसरण (radiation) मार्ग में अपनी कुछ शक्ति खो बैठता है। ऐसा माने का कोई आधार तो नहीं है कि वह यों अपनी शक्ति खो ही है, परन्तु प्रकाश-किरणों के यह मुड़ाव इतने महत्वपूर्ण के इनको लेकर ही गई प्रत्येक सम्भव कैफियत पर हमें विचार ना ही होगा। उसपर विचार करने पर कुछ अन्य प्रश्न भले खड़े हो जायें। किरण-प्रसरण के गुण ऐसे हैं कि हमें बाध्य कर पहिले से ही यह मान लेना पड़ना है कि द्रव्य की तरह भी विकरण-शील और अणु-आत्मक हैं। किरण प्रसरण के अणु को कणिका या कान्त (a quantum) कहते हैं; यह शक्ति की एक कणिका या कान्त है। किसी एक कणिका या कान्त में शक्ति की कितनी मात्रा है, यह बात उसकी अपनी फड़कों पर निर्भर है। यदि हम किसी कणिका की शक्ति-मात्रा को उसकी अपनी फड़कों से भाग दें तो भागफल अथवा उन दोनों शक्ति-मात्रा और फड़कों का अनुपात अपरिवर्तनशील (cons-

। लिगेते (मग्नदयी परिच्छेद) ।

अथ यदि कणिकाएं अनन्त "देश" में मग्न करती हों
। अपनी शक्ति ग्योनी जाय तो उनकी फट्कनें भी, प्रमथ,
अनुपात में कम होनी पड़ी जावेंगी ; ताकि फट्कनों और
का पही अनुपात बना रहे । इसलिये हम कह सकते हैं
हमी एक किरण-प्रमरण की कणिका की शक्ति के हास का
यक और अवश्यम्भायी परिणाम ही वर्णपट की रेखाओं
तके निम्न-फट्कन-क्षेत्र (लाल छोर) की ओर का मुड़ाव
क्षेत्र में लाल-मुड़ाव है ।

लाल-मुड़ाव (Red-Shift) की इस तीसरी व्याख्या या
त के अनुसार, २। अरब प्रकार-वष दूर की एक नीहा-
ने, साधारण सौर पर, अपना स्वाभाविक प्रकार भेजा
रन्तु हम तक पहुँचते-पहुँचते उस प्रकार ने अपनी सारी
मार्ग में ही खो दी और इस कारण उसकी फट्कन भी
ह गई । प्रकार तो सारा ही मार्ग में चू गया और अब
हारिका के अस्तित्व की खबर देने वाला कोई भी चिह्न
वास न आ पाया । हमारे लिए तो यह नीहारिका जैसे
ही—घूमफिर कर फिर वही बात ।

। परिच्छेद को आरम्भ करते हुए हमने जो प्रश्न रखा

था, उसका मिर्क एक ही उत्तर है। प्रकाश-किरणों के लाल-छोर की ओर के मुड़ाव यही निर्देश करते हैं कि हम चाहे जितने शक्तिशाली दूर-दर्शकों (दूरबीनों) की सहायता लें, जितनी नीहारिकाओं के अमित्र को हम जान सकेंगे, उनकी एक सीमित संख्या ही होगी।

विरथ का बिम्बार कितना है ? इस प्रश्न का उत्तर देने के पहिले हमें आइन्स्टीन के सापेक्षवाद को समझना होगा, क्योंकि उस मिथ्यान्त के एक निष्कर्ष को जाने बिना हम इस प्रश्न का कोई सही उत्तर न दे सकेंगे।

चौदहवाँ परिच्छेद सापेक्षवाद ।

विरथ के अध्ययन में अलबत आइन्स्टीन और उनके मिथ्यान्तों ने अतीव महत्वपूर्ण योगदान दिया है। हमारी धारा की बड़ी-बड़ी माइन्ट पैलामर की दूरबीन अजन्म की भयावह गहराइयों में बहुत दूर से जाकर हमें और अधिक धागे से जाने से दिव्य इन्कार कर देती है। यह बात तो दार्जित नहीं कि वह बड़ी पटु कर, हमसे बगावत कर देती है। मथ

तो यह है कि वहाँ से और अधिक आगे बढ़ने की उसमें सामर्थ्य ही नहीं रह गई है। आगे तो हमें बढ़ना ही है, क्योंकि ऐसा किए बिना हमारी यह ज्ञान-यात्रा अधूरी ही रह जाती है। हमें आगे ले चलने को एक पथ-प्रदर्शक तो चाहिए ही। हम हतारा से होकर इधर-उधर देखते हैं। तभी आकर आइन्स्टीन और उसका सिद्धान्त हमारा हाथ याम लेते हैं। उसका सापेक्षवाद *The Theory of Relativity* ही अब हमारा नेरुतय करता है।

यह विषय जितना ही भयजनक और दुरुह है, उतना ही आकर्षक भी है। गणित की छिष्ट और जटिल प्रक्रियाओं में लिपटा हुआ इसका रूप द्दरास पैदा करता है। परन्तु हिम्मत के साथ आगे बढ़कर यदि हम इसको समझने और जानने का प्रयास करें, तो हम देखेंगे कि इसकी आधारभूत कल्पनाओं को समझ पाना उतना कठिन नहीं है, जितना हमने इसे पहिली नजर देखने पर सोचा था।

घात को शुरू करने के पहिले हम यह जान लेना चाहेंगे कि अनन्त "देरा" में प्रकाश चलता क्योंकर है। कहा तो यह जाता है कि एक माध्यम (ईधर) ही अपने कम्पनों द्वारा प्रकाश को "देरा" के एक स्थान से दूसरे स्थान तक ले जाता है। यदि यह बात है तो अब हम कहते हैं कि प्रकाश एक सेरुण्ड में १८६,००० मील चलता है, तब हमारा मतलब यही होता है कि वह ईधर में ही अपनी यह गति करता है—अर्थात्, ईधर के

एक खास भाग से चलकर १८६,००० मील दूर एक दूसरे खास भाग तक जाने में उसे एक सेकण्ड का समय लगता है।

यह बात ठीक उसी तरह की है जैसी कि ध्वनि या शब्द का हवा में चलना। कुछ गुब्बारों को एक दूसरे से एक निर्दिष्ट दूरी पर उड़ाकर अथवा उनकी ही दूरी पर धुँएँ के दो गोठ छोड़कर हवा को तो हम बड़ी आसानी से कुछ खास टुकड़ों में बाँट सकते हैं। इसके बाद एक गुब्बारे से दूसरे गुब्बारे तक अथवा धुँएँ के एक गोठ से दूसरे गोठ तक जाने में शब्द या ध्वनि को कितना समय लगता है, यह भी जान सकते हैं। ध्वनि और हवा की बावत यह बात हमने एक सिद्धान्त के रूप में ही बही है; इसको व्यवहार में लाने के लिये तो हमें एक ऐसा दिन चुनना होगा जब हवा बिल्कुल शान्त हो।

हवा को लेकर तो हम बड़ी आसानी से यह क्रिया कर सकते हैं, परन्तु हम "ईथर" को लेकर तो बिल्कुल नहीं। हम ईथर के भिन्न-भिन्न भागों को हम ऐसे किसी भी तरीके से बाँट कर अलग-अलग नहीं जान पाते। रोमर के वेधों के अनुसार, जिसका त्रिक्र हम ग्रहों के विषय में लिखते समय कर आए हैं, पृथ्वी प्रह से पृथ्वी की ओर आते हुए प्रकाश के वेग को जब हम पूनते हैं अथवा जब हम, पृथ्वी की सतह पर स्थित दो स्थिर और अचल बिन्दुओं के बीच दौड़ते हुए प्रकाश की गति के वेग को पूनते हैं, तो हमारी स्थिति ठीक वस मनुष्यकी-सी हो जाती है, जो पृथ्वी पर ही दो बिन्दुओं के बीच दौड़ती हुई

ध्वनि या आवाज के वेग को नूतने की कोशिशें तो जरूर करता है, परन्तु हम यान की ओर विन्दुल ध्यान ही नहीं देना कि हवा भी गव चल रही है या नहीं।

मान लीजिये यह जानने का, कि हवा चल रही है या नहीं, हमारे पास पोट और मापन नहीं मिलाय हमके कि हम निम्न भिन्न दिशाओं में ध्वनि के वेग को नूतें। ऐसा करने के लिये हम एक ही गमय चलाने वाली दो घड़ियाँ देखर दो व्यक्तियों को, एक दूसरे से १ मील दूर, पहिले तो उत्तर-दक्षिण की ओर और फिर पूर्व-पश्चिम की ओर, गड़ा करते हैं। उनमें से एक व्यक्ति के पास एक पिस्तौल है और उसे कह दिया गया है कि यह एक छाम निश्चिन समय पर उसे दागे। ठीक समय पर वह व्यक्ति पिस्तौल दागता है। अपने स्थान पर गड़ा दूसरा व्यक्ति जिस क्षण उस पिस्तौल की आवाज सुनता है, ठीक उस क्षण को दर्ज कर लेता है। यह क्रियायें हम बारी-बारी से चारों ही दिशाओं में करते हैं और इस प्रकार दर्ज किये गये समय के आधार पर उन उन दिशाओं में ध्वनि के वेग को कृत लेते हैं। हम तब यह जान जाते हैं कि हवा किस दिशा में और किस वेग से बह रही है ; क्योंकि जिस दिशा से हवा बह रही होगी उस दिशा से आती हुई ध्वनि को सामने खड़े दूसरे व्यक्ति तक पहुँचने में अपेक्षाकृत कम ही समय लगेगा, जब कि हवा के बहाव के विरुद्ध चलने वाली ध्वनि को अपेक्षाकृत ज्यादा समय लगेगा।

यह सब तो ठीक है ; परन्तु जब एक अकेले ही व्यक्ति को यह जानना पड़ जाय कि हवा चल रही है या नहीं और अगर चल रही है तो किस दिशा से, तो उस अवस्था में वह क्या करे ? वह व्यक्ति एक जानी हुई दूरी पर एक परावर्तक-पर्दा & reflecting screen (जो पर्दा ध्वनि को वापिस लौटा सके) छटका देगा और तब एक पिस्तौल दागकर अपनी घड़ी में देखेगा कि उस आवाज को परदे पर जा टकरा कर, एक प्रति ध्वनि के रूप में वापिस उसके पास लौटने में, कितना समय लगा । बारी-बारी से चारों ही दिशाओं में वह यह क्रियायें करेगा । निश्चय ही, पिस्तौल की आवाज को पर्दे तक जाने और वहाँ से वापिस उस व्यक्ति तक लौटने में जो समय लगेगा वह उस दिशा में, जितना हवा चल रही है, ज्यादा होगा और बाकी दिशाओं में कम । इसलिये वह यह तो बतला ही सकेगा कि हवा उत्तर-दक्षिण या पूर्व-पश्चिम रेखाओं में चल रही है, परन्तु यह यह नहीं बतला पाएगा कि यह उत्तरी हवा है या दक्षिणी ; पूर्वी है या पश्चिमी ।

प्रकाश के सम्बन्ध में हम ठीक इस अकेले व्यक्ति की स्थिति में हैं । यदि ईथर, हमारे पास से होकर हमारी पीठ की दिशा की ओर चल रहा है अथवा यदि हम ही उसमें गति कर रहे हैं (दोनों बातें एक ही हैं) तो भी हमें उसका कोई ज्ञान, कोई भान, नहीं होता । हम इस ईथर-वायु को महसूस ही नहीं कर सकते । जब हम प्रकाश के वेग को जानना या कूतना चाहें

(रोमर के तरीके के अलावा) तो हमें प्रकाश को एक दर्पण या भेजकर उसकी प्रतिच्छाया को हम तक वापिस लौटने में लगे समय को अपनी घड़ी में देखना होगा।

सौर-मण्डल (सूर्य और उसके ग्रह) अथवा आकाश-गंगा की सापेक्षता में, ईश्वर की किसी भी हलचल का हमें प्रत्यक्ष ज्ञान नहीं है। यह तो हम जरूर जानते हैं कि हर साल जून के महीने में हम (पृथ्वी) एक खास तारे (सूर्य) की ओर चलते रहते हैं और दिसम्बर के महीने में उससे दूर हटते रहते हैं। इस बात को हम पहिले ही स्पष्ट कर आये हैं और पाँचवें परिच्छेद में ग्राहले के अपरेण aberration की खोजों की मदद से पुष्ट भी कर आये हैं।

इसलिए यदि हम ईश्वर-वायु को पकड़ना चाहे तो हमें अवश्य ही इस बात का सहारा लेना होगा। इस वायु का वेग चाहे जो हो और चाहे जिस दिशा में इसका बहाव हो, सूर्य के चारों ओर हमारे (पृथ्वी के) वार्षिक भ्रमण के कारण, वर्ष के एक भाग में तो उसका (ईश्वर का) वेग निश्चय बढ़ा हुआ होगा और उसके ठीक ६ महीनों बाद कम हो जायगा। हम, अपनी स्थिति के कारण, उसी तरीके को अपनाते हैं जिसे उस अछेले व्यक्ति को अपनाना पड़ा था जो ध्वनि के वेग को नाप कर दवा के वेग और बहाव को जानना चाहता था और जिसका वर्णन हमने ऊपर किया है। पहिले तो हम उस दिशा में, जिनपर पृथ्वी अपनी कक्षा पर घूम रही है, प्रकाश के वेग

को नापते हैं। फिर पृथ्वी की भ्रमण-कक्षा पर समकोण बनाती हुई दिशाओं में उसे (प्रकाश-वेग को नापते हैं। वर्ष के भिन्न-भिन्न समयों में हम इन नापों की अनेक क्रियाएँ करते हैं; इन्हें दुहराते हैं। जिस प्रकार ध्वनि हवा के द्वारा ढोई जाती है, यदि प्रकाश भी उसी प्रकार ईथर के द्वारा ढोया जाता हो तो, इन परीक्षणों के सिलसिले में कभी न कभी तो इसके वेग में हम कुछ-न-कुछ फर्क अवश्य पावेंगे।

सन् १८८७ ई० में माइकेल्सन और मोर्ले नामक दो अमेरिकन भौतिक वैज्ञानिकों को, पहिलेपहल, ऐसा एक प्रयोग करने की सुझाई। उन्होंने यह प्रयोग किया भी। इस प्रयोग में उन्होंने एक साधन-यन्त्र का उपयोग किया जिसे इन्टरफेरोमीटर Interferometer कहते थे। यह यन्त्र इतना नाजुक और सूक्ष्म-प्राही था कि १८६,२८२ मील प्रति सेकण्ड के वेग से चलने वाले प्रकाश के वेग की एक मील घाल के भी एक छोटे भाग में होने वाली घटा-बढ़ी को पकड़ सकता था। बार-बार प्रयोग करने पर भी हर बार यही देखा गया कि प्रकाश के वेग पर पृथ्वी की घाल, किसी भी दिशा में, कोई सूक्ष्म भी असर नहीं करती थी। सभी समयों और सभी दिशाओं में प्रकाश का वेग एक ही था, विलकुल शुद्ध वही वेग। इस प्रयोग को "माइकेल्सन-मोर्ले प्रयोग" कहा जाता है। इस प्रयोग ने एक ही प्रहार में ईथर को मार डाला।

ईथर के प्रेमियों और भक्तों ने इसे फिर से जिलाने की बहुत

पेड़ा की। "माइकेल्सन-मोर्लेप्रयोग" के परिणाम का ईयर के अभिप्राय से मेन बैठाने के लिए उन्होंने अनेक मुझावर किये। एक मुझावर यह था कि धृन्वी पर और उसके आम-पाम बाहर रहने वाला ईयर भी धृन्वी के भ्रमण-मार्ग पर उसके माथ-माथ लीचा चला जाता है, इस कारण इस प्रयोग में उसका कोई असर नहीं दिख पाता। यदि हम इस मुझावर को मान लें तो प्रकाश के अपरेण aberration (परिच्छेद १) और दूसरी अन्य बातों के सम्बन्ध में महान् कठिनाईयाँ पड़ी हो जायेंगी। दूसरा मुझावर यह रक्खा गया था कि मारी मौनिक वस्तु, जिनमें माइकेल्सन-मोर्लेप्रयोग का साधन-यन्त्र इन्टरफेरोमीटर भी शामिल है, ईयर में गति करती समय, अपनी गति की दिशा में, कुछ छोटी पड़ जाती है। वस्तुओं का यह छोटी पड़ जाना ठीक उनकी ही मात्रा में होता है जितनी मात्रा में, प्रकाश को उस दिशा में जाने और वापिस आने में लगा समय, उस दिशा पर सम-कोण पनाती दिशाओं में इस तरह लगे समय से, ज्यादा बढ़ा हुआ होता है। इस मुझावर को 'फिट्जरेल्ड लोरेन्ज का संकोच' Fitzgerald-lorentz contraction कहते हैं, क्योंकि सन् १८६३ ई० में फिट्जरेल्डने और सन् १८६४ ई० में लोरेन्ज ने अलग-अलग इसका प्रतिपादन किया था।

ठीक इसी जगह आकर आइन्स्टीन ने हस्तक्षेप किया। उसने कहा ; यदि हम माइकेल्सन-मोर्ले प्रयोग के परिणाम को सिर्फ मान भर लें तो यह सारा बसेड़ा मिटा ही पड़ा है। हमने

स्वयं प्रकृति से ही एक प्रश्न पूछा था और प्रकृति ने उसका जवाब दे दिया :—प्रकाश का वेग दर्शक की सापेक्षता में अपरिवर्तनशील है। इसका मतलब तो यही हुआ कि ईथर है ही नहीं। यदि ईथर होता तो प्रकृति का दिया हुआ जवाब भी कुछ और ही होता।

ईथर तो यों गया ; परन्तु जिन कामों को भुगताने के लिए उसकी कल्पना की गई थी, उन्हें अब कौन संभालेगा। आइन्स्टीन ने कहा ; घबड़ाइए नहीं इन कामोंको अब तक जो करता आया है, वह 'देश-काल का चिराय या चौखटा' (space time continuum) ही और आगे भी यह सब काम करता रहेगा। आपने चाहे इसे अब तक मुलाए रखना और इसके किए हुए कामों का श्रेय एक ठगोरे ईथरको देते रहे, फिर भी एक ईमानदारसेवक की भाँति बिना किसी मलालके यह तो अपना काम करता ही रहा और आगे भी करता रहेगा।

इस अनोखे और अपरिचित नाम को सुनतेही हम यकायक सहम उठते हैं। यह नई बला आखिर है क्या चीज ?

इस 'चौखटे' की बात को समझाने के पहिले हम एक नजर यह देख लें कि ऐसे कौन से वह काम थे जिनको भुगताने के लिए ईथर की कल्पना की गई थी। ईथर का मुख्य काम यही माना गया था कि वह हमें एक अचल और सर्वव्यापी आधार दे सकेगा जिसकी अपेक्षा में या जिसके प्रसंग में हम अनन्त 'देश' में भागने वाले असंख्य पिण्डों की 'निरपेक्ष' (बिना किसी का

सहारा लिए स्वयं अपनी ही गतियों को) जान सकते। इसके विनाश इसके और भी अनेक गौण काम थे जिन्हें हम मैक्सवेल (Maxwell) के शब्दों में यों कह सकते हैं "Ethers were invented for the planets to swim in, to constitute electric atmospheres and magnetic effluvia to convey sensations from one part of our body to another....." अर्थात्; ईथरों की कल्पना इसलिए की गई थी, ताकि उनमें मह भाग-दौड़ सकें, वैद्युतिक आवरण और शुष्करीय प्रवाह बन सकें, हमारे शरीर के एक भाग से दूसरे भाग तक हमारी चेतना पहुँच सकें। कल्पना न होगा कि उन दिनों इन सब भिन्न-भिन्न कामों को करने के लिए उनके अनुरूप अनेक ईथरों की कल्पनाओं की बाढ़-सी आ गई थी। परन्तु आज के करीब ५० वर्ष पहिले पदार्थ को अब मूल रूप में प्रकाश या विद्युत् की किरणें ही मान लिया गया तब अन्य ईथरों को टुकरा कर सिर्फ एक प्रकारा-वाहक ईथर को ही बना रहने दिया गया। ह्यूगेन्स (Huyghens), टामस यंग, फेरेडे और मैक्सवेल नामक वैज्ञानिकों ने अधिकाधिक शुद्ध रूप में ईथर के गुणों की व्याख्या भी कर डाली जो प्रकाश को वहन करने में ईथर के लिए आवश्यक थे। जो बुद्ध हो; अपने मुख्य रूप में ईथर एक अचल और सर्वव्यापी आधार या जिसके प्रसङ्ग में विश्व के अन्य चल-पिण्डों की 'शुद्ध' या व्यक्तिगत गतियों को बताया जा सकता था।

उन दिनों प्रचलित वैज्ञानिक विचार-धारा ही कुछ इस तरह की थी। जो वस्तु एक अचल और स्थिर वस्तु की अपेक्षा अपनी पहिले की स्थिति को बदल देती थी, उसे चल या गतिशील कहा जाता था और स्थिति बदलने की इस क्रिया को गति कहते थे। जून सन् १६०५ ई० में आइन्स्टीन ने यह कहा कि हमारा नक्षत्र-विज्ञान अब तक तो किसी एक ऐसी वस्तु को खोज पाने में असफल रहा है जो (वस्तु) 'परमार्थ' या 'शुद्ध' रूप में एक-दम अचल हो; और इस कारण विश्व-प्रकृति में 'स्थिरता' और 'गति' यह दोनों केवल सापेक्ष शब्द ही हैं। अपनी बात को समझाते हुए आइन्स्टीन ने कहा :—मान लीजिए कि समुद्र की सतह पर एक जहाज, हमारे देखने में विस्तृत शान्त और स्थिर खड़ा है; परन्तु पृथ्वी की अपेक्षा ही वह ऐसा शान्त और स्थिर है और पृथ्वी तो तब भी सूर्य की अपेक्षा गति कर रही है। इसलिए पृथ्वी की ही एक वस्तु होने के नाते वह जहाज भी पृथ्वी के साथ-साथ सूर्य की अपेक्षा, गति कर रहा होता है। ठीक उस समय (जहाज के शान्त और स्थिर लगे रहते समय) यदि पृथ्वी भी किसी तरह सूर्य के चारों ओर घूमने से रुक कर स्थिर खड़ी हो जाय तो उस हालत में वह जहाज सूर्य की अपेक्षा तो शान्त और स्थिर खड़ा हुआ ही होगा, परन्तु वास्तव में, दोनों—पृथ्वी और वह जहाज—घूमती हुई आकाश-गङ्गा के तारों में चलते हुए होंगी; क्योंकि सूर्य के पास में बँधी हुई वह पृथ्वी तब सूर्य के साथ-साथ आकाश-गङ्गा के अन्य तारों में

गति करती होगी। सूर्य आकाश-गङ्गा का ही एक तारा है; यदि तब (जहाज और पृथ्वी के स्थिर खड़े रहते समय) सूर्य भी, अपनी गति बन्द कर स्थिर खड़ा हो जाय, तो उस हालत में भी वह जहाज, पृथ्वी और सूर्य—तीनों ही दूर की नीहारिकाओं की अपेक्षा गति करते होंगे। सूर्य और उसके परिवार (जिसमें हमारी पृथ्वी भी एक है) को लिए-दिए हमारी यह आकाश-गङ्गा तो तब भी दूर की उन नीहारिकाओं में गति करती हुई होगी। दूर की यह नीहारिकाएँ भी प्रति सेकन्ड सैद्धों या हजारों मील की रफ्तार से एक दूसरी से दूर-दूर भागी जा रही होंगी। अनन्त शून्य में ज्यों-ज्यों हम दूर-दूर आगे की ओर बढ़ते जायेंगे, हमें कोई भी ज्योति-पिण्ड 'विशुद्ध' रूप में स्थिर या अचल खड़ा दिखाई न देगा। न केवल यही, अपितु अधिकाधिक बढ़ती हुई गति ही दिखा पड़ेगी (देखिए परिच्छेद १२—"दूर-दूर फैलता हुआ विश्व")। आइन्स्टीन के अपने ही शब्दों में "Nature is such that it is impossible to determine absolute motion by any experiment whatever." विश्व-प्रकृति स्वयं कुछ ऐसी है कि किसी भी प्रयोग के द्वारा 'निरपेक्ष' या 'शुद्ध' गति को पकड़ पाना असम्भव है।

ठीक इसी प्रकार 'निरपेक्ष' या 'विशुद्ध' स्थिरता को भी हम समूचे विश्व में कहीं भी नहीं पकड़ पाते। हम यदि कहीं बैठे हों और कोई एक व्यक्ति हमारे निकट से जा रहा हो, तो हम

यह तो कह सकते हैं कि तब व्यक्तिकी 'अपेक्षा' हम स्थिर बैठे हैं; कोई गति नहीं कर रहे हैं। परन्तु, किसी भी हालत में हम यह तो कह ही नहीं सकते कि हम 'निरपेक्ष' रूप में स्थिर बैठे हैं। हमारी पृथ्वी हमें अपनी पीठ पर ढोये हुए तब भी १८'८ मील प्रति सेकण्ड के वेग से दौड़ रही होती है।

हमारी इस भावना को "कि हम विशुद्ध रूप में स्थिर और अचल बैठे हैं" बनाने में पीढ़ियों से चले आते हुए हमारे कुछ गलत और भ्रामक संस्कारों ने प्रमुख भाग लिया है। आइन्स्टीन के पहिले तब हम यही मानते आ रहे थे कि 'देश' space हमारे चारों ओर ही 'कुछ' है और वह एक अचल आधार है। इसी प्रकार 'काल' Time के विषय में भी हम सोचा करते थे कि वह हमारे निकट से या हममें से होकर बीत जाने वाला ही 'कुछ' है; और यह भी कि यह दोनों ही (देश और काल) अपने मौलिक रूपों में एक दूसरे से हर सूत्र में जुदा-जुदा हो चीजें हैं। हम सोचते थे कि 'देश' में तो हम पीछे की ओर अपने कदमों को हटा सकते हैं, परन्तु 'काल' में तो इर्गिज ऐसा नहीं कर सकते। जो बीत गया सो बीत गया। 'देश' में तो हम अपनी इच्छानुसार शीघ्रता से या धीमे-धीमे चल फिर भी सकते हैं और यदि चाहें तो न भी चले; परन्तु काल की अघाघ गति को तो हम में से कोई भी बाध कर नहीं रख सकता। वह तो हम सबके लिये एक ही समान अनियन्त्रित चाल से बीतता चला जा रहा है। परन्तु, आइन्स्टीन के इस 'सापेक्षवाद' ने

हमें एकदम चौंका देने वाली घान कही है। यह सिद्धान्त कहता है कि 'देश' और 'काल' के विषय में हम मय इम प्रकार चाहे जो मोर्षे विशय-प्रकृति तो इन मय वार्तों को ऐमे जानती ही नही।

हम मय जीव जन्तु, पृथ्वी के सभी पहाड़ और समुद्र, सर्व पृथ्वी, नक्षत्र और उनके समूह (नीहारिकाएँ)—गर्भ यह कि यह समूचा विशय ही 'पदार्थ' का बना हुआ है। सर्व यह पदार्थ 'matter' भी अपने मूल रूप में विद्युन्मय कण या वर्ण ही है। 'सापेक्षवाद' के प्रसिद्ध व्याख्याकार मिन्कोव्स्की Minkowsky ने यह सिद्ध कर दिखाया है कि इस सिद्धान्त के अनुसार सभी विद्युन्मय इलखलें 'देश' और 'काल' के एक मिळे जुळे विराव या चौखटे में ही होती हुई सोची जा सकती है। इस विराव या चौखटे में 'देश' और 'काल' के कोई अलग अलग अस्तित्व नही हैं, जैसा कि अब तक हम सोचते चले आये हैं। इस विराव में 'देश' और 'काल' दोनों ही इस प्रकार सम्पूर्ण रूप में एक हो गये हैं कि उनके इस विलक्षण मिछाप का कोई रश्ममात्र भी निशान पकड़ पाना असम्भव है। दो कपड़ों का यह एक ऐसा विलक्षण जोड़ है जिसकी सीवन के घागों का छेरा मात्र भी देख पाना असम्भव है। प्रकृति की समूची बटनाएँ, उसके अपने सब क्रियाकलाप, इस चौखटे को 'देश' और 'काल' के अलग-अलग रूपों में बाँट पाने में बिल्कुल असमर्थ हैं।

जब हम लम्बाई और चौड़ाई की अलग-अलग दो इकायों

को एक दूसरी में मिलाते हैं, तो वह गुणित होकर, हमें एक क्षेत्र (area) देती है; मान लीजिए, क्रिकेट खेलने का एक मैदान। खेल में भाग लेने वाले भिन्न-भिन्न खिलाड़ी इस मैदान की दोनों ही आयतों (लम्बाई और चौड़ाई) का अपनी-अपनी स्थिति के अनुसार और अपनी-अपनी अपेक्षा में, भिन्न-भिन्न प्रकार से विभाग कर लेते हैं। गेंद फेंकने वाला जिस भाग को 'आगे की ओर' समझता है, ठीक वही भाग चला पकड़े हुए खिलाड़ी के लिए 'पीछे की ओर' होता है। हार जीत का फैसला देने वाला व्यक्ति जो एक तरफ करीब बीच में खड़ा है, उसी भाग को "बायाँ से दाहिना" मानता है। इतना सब होने पर भी, गेंद तो इन सब फकों को नहीं जानती। बल्ले से ठोकर देकर उसे ज़िधर भी फेंका जाता है, वह वधर ही जाती है। गेंद तो प्रकृति के नियम-कानूनों में बँधी हुई है; और प्रकृति इस मैदान को एक अविभाज्य सम्पूर्ण क्षेत्र ही जानती है जिसमें लम्बाई और चौड़ाई दोनों इस प्रकार मिल कर एक हो गई हैं कि उनको विलग किया ही नहीं जा सकता।

यह तो हुई दो आयतों के एक क्षेत्र की बात। अब हम यदि, ओर आगे बढ़ कर, दो आयतों के इस क्षेत्र (उदाहरण के लिए वह क्रिकेट खेलने का मैदान) को तीसरी एक आयत ऊँचाई में मिलावें तो वह गुणित होकर हमें तीन आयतों का एक 'देश' (space) देगी। पृथ्वी के निकट रहकर जब तक हम ऐसा करते रहेंगे—दो आयतों के उस क्षेत्र को 'ऊँचाई' की

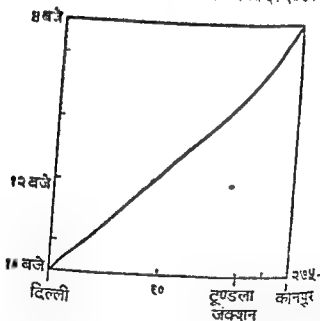
तीसरी आयत में मिलावेंगे—तब तक तो बड़ी आसानी साथ ही तीन आयतों के उम 'देश' को, हमारी इच्छा हो, ऊँचाई और क्षेत्र में अलग-अलग बाँट कर देख या समझ सकेंगे; क्योंकि तब तक हमें पृथ्वी के 'भुज्वाकर्षण' की मदद मिलती रहेगी। हम अनन्त जान सकेंगे कि जिस दिशा में क निश्चित दूरी तक क्रिकेट-गेंद को फेंक पाना अधिकतम मुश्किल होगा, यही 'ऊँचाई' की दिशा या आयत होगी। परन्तु मुझे अनन्त में उधों ही हम कदम बढ़ा चुके होंगे, ऊँचाई और क्षेत्र को इस प्रकार अलग कर देख पाना हमारे लिए एकदम असम्भव हो चढ़ेगा। विश्व-प्रकृति हमें कोई भी ऐसा एक साधन नहीं देगी जिसके बल पर हम ऐसा कर सकेंगे; क्योंकि प्रकृति में तो 'देश' का ऐसा कोई पैटवारा है ही नहीं। यह सिर्फ हमारे मन की ही सृष्टि है। पृथ्वी पर अपना काम चलाने के लिए ही हमने 'देश' की इन आयतों की कल्पना कर ली है।

एक आयत से चलकर दो आयतों के क्षेत्र की कल्पना को तो हम बड़ी आसानी से समझ गये। आगे बढ़ कर जब हमने इसमें तीसरी एक आयत और भी गुणकर तीन आयतों के 'देश' की कल्पना की तो यह भी हमारी समझ में बड़ी आसानी से आ गई। कारण यह है कि, रात दिन अपने दैनिक व्यवहार में इन कल्पनाओं से हमारा काम पड़ता रहता है; इनसे हम चखूरी परिचित हैं। हजारों वर्षों से हमारी अनेक पीढ़ियाँ इनको काम में लेती आ रही हैं। परम्परा से चले आये यह

संस्कार हम में दृढ़ हो चुके हैं। और इस कारण हम इनको एक ही नजर में समझ लेते हैं। परन्तु, आगे बढ़ कर जब हम तीन आयतों के इस 'देश' में एक और आयत 'काल' को जोड़ना (वास्तव में गुणित करना) चाहते हैं, तभी हठात् हमारी अल्टीरेशन हो जाती है; हमारी सूक्ष्म-यूक्ष्म कुण्ठित हो उठती है। कारण भी स्पष्ट है; चार आयतों के एक 'देश' का हमें कोई व्यावहारिक अनुभव ही नहीं है। हमें इससे कभी कोई काम नहीं पड़ा। एक भारी अड़चन और भी है। चार आयतों के जिस 'देश' की हम खास कर चर्चा करने चले हैं उसकी यह चौथी आयत 'काल' तो हमारी जानी पहिचानी किसी भी दिशा की द्योतक नहीं है। व्यवहार की सुगमता के लिए हमने 'देश' को कुछ दिशाओं में बाँट रखा है :—पूर्व, पश्चिम, उत्तर, दक्षिण और ऊपर आकाश की ओर। किसी एक क्षेत्र के विषय में जब हम यह कहते हैं कि पूर्व की ओर के इसके किनारे से पश्चिम की ओर का इसका अगला किनारा १ मील दूर है तो हम मूढ़ जान जाते हैं कि यह उसकी लम्बाई है। इसी प्रकार जब हम यह कहते हैं कि उस क्षेत्र के उत्तर किनारे से दक्षिण की ओर उसका अगला किनारा पौन मील है तो उसे हम उसकी चौड़ाई कहते हैं। ऐसे ही, उस क्षेत्र के ठीक ऊपर आकाश की ओर ऊँचाई भी समझ लेते हैं। परन्तु 'काल' को तो हम ऐसी किसी दिशा के प्रसङ्ग में व्यक्त नहीं कर सकते। जो कुछ हो, 'देश और काल के, इस घिराव' को समझ पाने के लिए

हमें "रेरा" की कुछ सीधी आगव को किसी न किसी बड़ा समयकने की चेष्टा करनी होगी।

युद्ध में हम दो आगवों के एक "रेरा" की कल्पना करते हैं जिसकी एक आगव को दोमी हमारी सुगमिनि "सम्राज्ञी" और दूसरी आगव होगी "कान"। इस कल्पना की और भी प्रत्येक तरह समझ पाने के लिए नीचे हम रेरा-चित्र ३५ देते हैं।



इस चित्र में हम दिल्ली से कानपुर तक आने वाली एक रेड-गाड़ी की समयसारिणी को एक खाके के रूप में दे रहे हैं।

गुणने से हम को एक ऐसा क्षेत्र मिलता है जिसकी एक आयत तो, हमारी परिचित 'देश' की एक इकाई (लम्बाई) है और दूसरी आयत है 'काल' ।

उक्त २७५ मील रेल-पथ का प्रत्येक, सूक्ष्म से भी सूक्ष्म, अंश ६ घन्टों (सुबह १० बजे से शाम के ४ बजे तक) के समय के प्रत्येक सूक्ष्म से भी सूक्ष्म अंश से इस प्रकार संयुक्त है कि उन्हें अलग कर देखा जाना असम्भव है । दूसरे शब्दों में, उक्त २७५ मील का रेल-पथ ही ६ घन्टे है और उक्त ६ घन्टे ही २७५ मील है ।

इसी बात को और आगे बढ़ा कर हम 'देश' की तीन आयतों (लम्बाई, चौड़ाई और ऊँचाई) को 'काल' की एक आयत में संयुक्त कर चार आयतों के 'देश' की कल्पना यत्नशील कर सकते हैं । चार आयतों के इस 'देश' को ही आइन्स्टीन ने 'कन्टिनुअम' continuum नाम दिया है, जिसका हिन्दी रूपान्तर है देश-काल का विराय अथवा चौखटा ।”

सब पूछिए तो यह 'चौखटा' हमारे लिए एक दम अजनबी भी नहीं है । हमारे साथ इसका अब तक साक्षात् परिचय चाहे न हुआ हो पिछले हजारों वर्षों से हम, अनजाने ही, इसको व्यवहार में तो लेते ही रहे हैं । आकाश में पूर्व क्षितिज पर उगते

जानगी ।

वास्तव में, देश-काल के इस चौखटे (continuum) की कल्पना हम महत्त इसी लिये करते हैं, ताकि इसके प्रसङ्ग में, इसके आधार पर, विश्व-प्रकृति के दिख पड़ने वाले क्रिया-कलापों को अपनी समझ में बिठा पायें। क्योंकि विश्व-प्रकृति की सभी घटनाओं को हम इस चौखटे में ही होती हुई समझ सकते हैं, इसलिए अवश्य ही यह चौखटा किसी एक वस्तु-निरपेक्ष (Objective) तथ्य का प्रतिरूप होगा। यह बात बिल्कुल ठीक है; परन्तु 'देश' और 'काल' के अलग-अलग रूपों में इसका घंटबारा तो 'व्यक्ति-परक' ही है—विभाजन करने वाले वस्तु उस व्यक्ति के दिमाग में ही केवल इसका (विभाजन का) अस्तित्व है। यदि मैं और आप भिन्न-भिन्न गतियों से चलते-होते हैं तो उस हालत में 'देश' और 'काल' की मेरी धारणा आपकी धारणा से बिल्कुल भिन्न होती है। उस समय हम अपने-अपने दृष्टिकोण से उस 'चौखटे' को भिन्न-भिन्न रूपों में विभक्त कर लेते हैं।

मान लीजिए, आप और मैं किसी एक सड़क पर आ-जा रहे हैं। जिधर से होकर आप चले आ रहे हैं, मैं ठीक उधर ही चला जा रहा हूँ। सड़क का जो भाग उस समय आपके लिए 'सामने'

राहिनी ओर' होगा। चलते-चलते याद में अपना चाल का बगल लूँ अथवा किसी धीमी चलती हुई मोटर-बस पर कूद कर उड़ जाऊँ या दाएँ-बाएँ किसी गली की ओर मुड़ पड़ूँ तो ऐसा घटते हुए मैं, 'देश' और 'काल' में उस चौखटे के मेरे पहिले विभाजन को, उस बदली हुई स्थिति के अनुरूप, महज संशोधित ही कर रहा हूँ। वस्तुतः 'सापेक्षवाद' के इस सिद्धान्त का तत्व तो यही है कि 'कन्टिन्युअम' या चौखटे के देश और काल में इन व्यक्तिगत विभाजनों के विषय में विश्व-प्रकृति स्वयं तो कुछ भी नहीं जानती; इनकी ओर से वह बिस्फुल उदासीन ही है। मिन्कोत्स्की के अपने शब्दों में—"Space and time separately have vanished into the merest shadows, and only a sort of combination of the two preserves any reality." अर्थात् 'देश' और 'काल' अपने पृथक् रूपों में महज छायाभा में अन्तर्हित हो गये हैं और इन दोनों का एक संयुक्त रूप ही केवल एक वास्तविकता है।

मिन्कोत्स्की की यह डक्ति हमें एक ही नज़र में बतला देती है कि विश्व के इस बिज से 'ईथर' को आखिर क्यों गायब होना पड़ा। ईथर ने विश्व-प्रकृति के विरुद्ध बयाबत की थी। समूचे 'अनन्त देश' पर ही वह अपना दावा कर बैठा था और अपने इस दावे को लेकर वह इस चौखटे (continuum) को निरपेक्ष,

या परमार्थ रूप में 'देश' और 'काल' में अलग-अलग बाँटने का हिमाकृत करने लगा था। प्रकृति के नियम कानून, जो इन कृत्रिम विभाजन की सम्भावना को कतई नहीं जानते, ईश्वर के विरुद्ध खड़े हो गये और आम्बिर बेचारे ईश्वर को अपने प्राणों से ही हाथ धोना पड़ा—उसका अस्तित्व ही मिट गया।

सापेक्षवाद का यह दृष्टिकोण वस्तुओं के रूप को चरुत हो मरल बना देता है। इसके कुछ निष्कर्ष तो, जैसा हम देख चुके हैं, हमारी अनेक पुरानी और बटमूल धारणाओं के विपरीत जाते मालूम होते हैं। सापेक्षवाद के इस 'विशेष सिद्धान्त' (Special theory of Relativity) में हमारी दिलचस्पी इस बात को लेकर भी है कि यह सिद्धान्त हमारी उस मान्यता को पुष्टि देता है कि सभी नौहारिकाओं के प्रकाश हम तक एक ही अपरिवर्तनशील वेग से चले आते हैं; और यह भी कि प्रकाश-किरणों के "लाल-मुड़ावों" (red shifts) को देख कर हमने जो परिणाम निकाले थे (बारहवाँ परिच्छेद) वह सब सही है।

"माइकेल्सन-मोर्ले" प्रयोग के परिणाम को और भी आगे तक खींच कर आइन्स्टीन ने कहा; इस प्रयोगका यह निर्विवाद परिणाम, कि प्रकाश का वेग पृथ्वी की गति से जरा भी सूक्ष्म से सूक्ष्म अंश में भी, प्रभावित नहीं होता, एक ब्रह्माण्डीय (cosmic) नियम का प्रकाशक है। यदि पृथ्वी के प्रसङ्ग में प्रकाश का वेग अपरिवर्तित रहता है, तो उसने तर्क किया कि, विश्व-ब्रह्माण्ड की किसी भी नौहारिका (आकाश-गंगा) के प्रसङ्ग में

भी यह वेग अपरिवर्तनशील ही होगा। क्योंकि प्रकाश के स्रोत-पिण्ड (source) और उसके ग्राहक (receiver) की गतियों से प्रकाश के अपने वेग में कुछ भी परिवर्तन नहीं होता; इसलिए आइन्स्टीन ने यह मान लिया कि विश्व में ऐसी कोई भी वस्तु, सूक्ष्म और महान्, नहीं जो प्रकाश के वेग से भी अधिक वेग से चल सके। प्रकाश का वेग ही, इस विश्व में, गति की पराकाष्ठा है।

इन उपलब्धियों (निष्कर्षों) के आधार पर आइन्स्टीन ने गणित के कुछ समीकरण (equations) भी रच डाले जो आज भौतिक विज्ञान (Physics) और सृष्टि विज्ञान (cosmology) के प्रमुख आद आवश्यक अङ्ग हैं। उनके इन समीकरणों ने दूरी और समय के सभी नापों को नापने वाले की अपनी ही गति के अनुसार घटते-बढ़ते हुए बना दिए हैं। उदाहरण के लिये; मान लीजिये पृथ्वी पर बैठे हुए हम अपने इस ग्रह (पृथ्वी) के दोनों ओर, एक दूसरी से उलटी दो दिशाओं में, दो नीहारिकाओं को देखते हैं। वह दोनों ही नीहारिकाएँ, प्रकाश वेग (१८६,३०० मील प्रति सेकण्ड) के दो तिहाई वेग से (१२४,२०० मील प्रति सेकण्ड) दौड़ती हुई हम से दूर-दूर, आगे की ओर, भागी जा रही हैं। उन के इन दोनों वेगों का सरल योगफल प्रकाश-वेग का $\frac{2}{3}$ ($\frac{2}{3} + \frac{2}{3} = \frac{4}{3}$) होता है। प्रश्न होगा कि, उन दोनों नीहारिकाओं पर कहीं पर बैठे हुए कोई दर्शक क्या एक दूसरी नीहारिकाको, इस संयुक्त वेग से, एक दूसरी से दूर

भागते देखेंगे भी ? हमारे अपने दृष्टि-कोण से तो ऐसा ही होना चाहिये ; परन्तु “सापेक्षवाद” के अनुसार ऐसा होगा नहीं। उन दोनों नीहारिकाओं में बैठे हुए दर्शकों के, समय और दूरी के विषय में, अपने-अपने मापदण्ड होंगे, जो हमारे (शुद्धी प) तत्सम्बन्धी माप-दण्डों से बिल्कुल भिन्न होंगे। अपने-अपने मापदण्डों के आधार पर उन दोनों नीहारिकाओं के दूरी अपनी-अपनी गणनाओं से उन दोनों वेगों की जो संयुक्त संवेग निकालेंगे, वह प्रकाश के वेग की राशि से कुछ कम ही होगी। सरल शब्दों में इसका यही मतलब होगा कि विश्व-प्रद्वान्ध का कोई भी ज्योति-पिण्ड प्रकाश के वेग से अधिक वेग से गति नहीं कर रहा है।

सापेक्षवाद की यह मान्यताएँ, एक नये व्यक्ति को, बिल्कुल अजीब और अनहोनी-सी मालूम देंगी ; परन्तु वेपों observations और प्रयोगों experiments ने इनकी सचाई को बार-बार सिद्ध कर दिया है। प्रकाश-वेग की अपरिवर्तनीयता का सिद्धान्त “जुड़वा तारों Double stars के अध्ययनों से प्राप्त परिणामों से पुष्ट हो चुका है। इन तारों ने, स्वयं चलकर इस सिद्धान्त के पक्ष में अपनी गवाहियाँ दी हैं। इन तारों का विस्तृत वर्णन हम कर आये हैं ; प्रत्येक जोड़े का एक-एक तारा अपने दूसरे साथी तारों के चारों ओर घूमता रहता है। अपने इस घूमने के सिलसिले में जब यह तारा हमारी ओर बढ़ा चला आता हो, तब उसका प्रकाश जिस वेग से चलकर हमारी ओर

आता है, ठीक उसी वेग से वह तब भी आता है, जब वह तारा हमसे दूर, आने की ओर, भागा जा रहा होता है।

इतना सब कुछ बता चुकने पर “सापेक्षवाद” हमें आगाह भी कर देता है कि हम यह न भूल जायें कि हमारे लिये हुए यह वेद observations विश्व-महाण्ड में हमारी अपनी स्थिति की सीमाओं में घिरे हुए हैं ; और इस कारण, सीमित हैं। ठीक इस कारण ही हम कभी भी, दृढ़ विश्वास के साथ, यह नहीं कह सकते कि “देश” space और “काल” की अत्यन्त गहराइयों में, आगे बढ़कर, जो कुछ भी नाप-जोख हम करते हैं, वह “शुद्ध” ही है।

इस चेतावनी को ध्यान में रखते हुए, आज के सृष्टि-विज्ञान cosmology ने, बड़ी सावधानी और शक के साथ, विश्व-महाण्ड के सम्भव विस्तार के विषय में अनुमान लगाने के प्रयास किये हैं। पिछले परिच्छेद में, शुरू में ही, हमने यह प्रश्न उठाया था कि इस विश्व का कहीं कोई ओर-छोर है भी या नहीं—हमारे शहरों में, इस विश्व का विस्तार कितना है ? हमारी आज की सबसे बड़ी, माउन्ट पैलोमर की, दूरबीन की आखिरी पर्त पर जो नीहारिकाएँ दिख पड़ी हैं उनको लेकर, और उनसे परे भी यदि कोई और नीहारिकाएँ हों तो उन पर भी, विस्तार के साथ काफी उद्घापोह करते हुए हमने, वही इस प्रश्न का संगत और उचित से मेल खाता हुआ एक उत्तर खोजने की चेष्टा की थी। परन्तु, आइन्स्टीन के इस “विरोध सिद्धा

जाने बिना हमकोई ऐसा उत्तर दे नहीं पा रहे थे, इसलिये हमने इस प्रश्न को भर्षा का ल्यो छोड़ दिया था। अब हम यही, उन जगह आ पहुँचे हैं, जहाँ से उस प्रश्न का एक ज़नता-सा उत्तर दिया जा सकता है।

“विशेष सापेक्षवाद” special relativity और हबल-लुमेसन नियम Hubble Humason Law, दोनों ने मिलकर यह सुझाव रखा है कि इस विश्व का व्यास (radius) १ अरब वर्षों से ज्यादा तो हमित्र नहीं हो सकता; क्योंकि (१) जाहिरा तौर पर विश्व ने १ अरब वर्षों पहिले ही पैटना शुरू किया था; (२) तब से छँडर सचक आगे दौड़ने वाली सुदूर अनन्त की नीहारिकाएँ “वेरा” space में एक परिवर्तनशील वेग से जो इस प्रकार के वेग के आसपास ही हैं, भागी खली जा रही हैं; (३) सापेक्षवाद जोर देकर यह कहता है कि कोई भी खल वस्तु प्रकाश वेग के अधिक वेग से नहीं चल सकता। इसका मतलब यह हुआ कि सबसे अधिक तेज चलने वाली नीहारिकाएँ भी सृष्टि-रचना के बाद, आज तक, ज्यादा से ज्यादा १ अरब प्रकाश-वर्षों से कुछ कम ही चल चुकी होती हैं। क्योंकि हमारे आजतक के वेब इस दूरी के सिर्फ़ दाँ बिहाई भाग को ही पकड़ते हैं, इसलिये हम सिर्फ़ यही मान ले सकते हैं कि सुदूर ब्रह्माण्ड में, हमारी दृष्टि की आविरी सीमा के बाहर भी, कुछ अदृश्य आकाश-गंगाएँ या नीहारिकाएँ हैं, और यह भी कि इनमें सबसे आगे दौड़ने वाली नीहारिका

का सबसे अगला भाग ही आज इस विश्व के विस्तार की अन्तिम सीमा-रेखा है।

यह विश्व कहीं न कहीं जाकर समाप्त भी होता है, यह धारणा जिस प्रकार मनुष्य के मन को एक चोट-सी पहुँचाती है, उसी प्रकार इसकी विपरीत धारणा, कि अनन्त का “देश” कभी कहीं खत्म हो नहीं होता, को आत्मसात् करने में भी वह सिहर उठता है। जो कुछ हो, “देश” space के आकार-प्रकार के विषय में सोचते समय हम अपनी इन्द्रियों के द्वारा किये हुए अनुभवों में जिन आकारों से परिचित हो चुके हैं, “देश” को भी उन आकारों में ही सोचने के अभ्यस्त हो उठे हैं। एक प्राचीन ग्रीक विद्वान् यूक्लिड Euclid ने जिस रेखागणित Geometry को संप्रदीत कर दिया था, उसे ही हम पीढ़ियों से अपने विद्यालयों में पढ़ते आ रहे हैं। इस रेखागणित में जो आकृतियाँ दी हुई हैं उनमें की किसी एक आकृति में ही हम इस विश्व की रूप-रेखा या आकार को सोचा करते हैं। इस रेखागणित की एक प्रचलित मान्यता यह है कि किन्हीं दो बिन्दुओं को एक दूसरे से मिलाने वाली एक सीधी रेखा ही, उनके बीच, सबसे छोटी और कम दूरी है। परन्तु विश्व अति विशाल है; इसकी भयावह विशालता में हमारी अनेक भौतिक मान्यताएँ काम करने में असमर्थ हो जाती हैं; सम्भव है, और बहुत कुछ सम्भव है कि, हमारी यह सीधी और सरल रेखागणित भी, बर्दा, बेकार हो जाय।

जिस प्रकार, पिछले कुछ वर्षों तक मनुष्य यही विश्वास करता आया था कि उसकी पृथ्वी बिल्कुल सपाट और बोरस थी, परन्तु आगे जाकर यह विश्वास गलत सिद्ध हुआ; हो सकता है कि वैसे ही, इस रेखागणित से बँधे हुए हमारे धुंधले दृष्टिकोण हमें सोचने के गलत मार्ग पर ही लिए जाते हों और यही सोचने को हमें बाध्य करते हों कि विश्व का “देश” भी ठीक वैसा ही होगा जैसा चारों ओर, आस-पास का भौतिक देश हमें दिख पड़ता है। विज्ञान की प्रगति के साथ-साथ आगे जाकर, मनुष्य ने अन्त में पृथ्वी के आकार की वक्रता (curvature) जैसे खोज निकाली, उसी प्रकार वेधों और गमनाओं के सजातीय साधनों के चल पर ही सृष्टि-वैज्ञानिक भी यह खोज निकालने के प्रयत्नों में थे कि विश्व का “देश” भी क्या इसी प्रकार “वक्र” तो नहीं है ?

यहाँ भी, इस खोज में भी, आइन्स्टीन ही आगे बढ़ा। उसने ही सबसे पहिले कुछ साधन जुटा दिए जब कि सन् १९१५ ई० में उसने अपना “सापेक्षवाद का सामान्य सिद्धान्त” General Theory of Relativity प्रस्तुत किया जिसमें उसने न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण को एक नई ही मान्यता दी। गुरुत्वाकर्षण को एक “शक्ति” और यह भी दूर से ही काम करने वाली (ऐसा न्यूटन ने माना था) मानने की बजाय आइन्स्टीन ने यह कहा कि विश्व-प्रमाण्ड के किसी भी एक पिण्ड या वस्तु के चारों ओर का “देश,” एक गुरुत्वाकर्षण-क्षेत्र

का ही प्रतिरूपक है, ठीक वैसे ही जैसे कि एक चुम्बक magnet के चारों ओर का “देश” एक चुम्बकीय क्षेत्र a magnetic field होता है। उसने आगे चल कर यह निष्कर्ष निकाला कि गुरुत्वाकर्षण करने वाले किसी एक पिण्ड की उपस्थिति, “देश” के उस भाग को जहाँ यह पिण्ड होगा, अवश्य मोड़ देगी।

वैज्ञानिक जगत् में सापेक्षवाद के “सामान्य” सिद्धान्त का व्यापक और मौलिक असर हुआ है। वैज्ञानिक दृष्टिकोण से आइन्स्टीन का यह दूसरा सिद्धान्त उसके पहिले सिद्धान्त (“विशेष सापेक्षवाद”) की अपेक्षा अधिक महत्वपूर्ण है। जैसा कि हम कह चुके हैं, अपने मुख्य रूप में, यह एक “गुरुत्वाकर्षण-सिद्धान्त” है। न्यूटन ने जब एक सेब को वृक्ष से पड़ते देखा तो उसके पाण्डित्यपूर्ण और कल्पनाशील उर्वर मस्तिष्क ने गुरुत्वाकर्षण के उसके प्रसिद्ध नियम को जन्म दिया। उसके बाद करीब २३० वर्षों के लम्बे दौर में इसको अधिक शुद्ध स्पष्टीकरण देने का कोई भी प्रयास किसी ने भी नहीं किया; यद्यपि भौतिक विज्ञान के अनेक पण्डितों को यह बात खटकती जरूर थी कि न्यूटन का यह नियम एक ऐसी “शक्ति” की कल्पना पर आधारित था जो दूर रह कर ही अपना काम करती थी—यह बात कुछ अग्राह्य थी। आइन्स्टीन ही पहिला वैज्ञानिक था जिसने इस गलती को सुधारा। उसने गुरुत्वाकर्षण को “आकार” का ही एक अङ्ग बना दिया। उसने कहा कि “देश-काल” का ही यह एक आवश्यक पहलू है।

“हमने कम किया” A law of least action हा एक नियम है जिसके अनुसार एक स्थान से दूसरे स्थान को जाना हुई कोई भी वस्तु हमारा जाने के लिए सज्ज से सरल मार्ग ही चुनेगी; दो मकानों के बिच वह मार्ग एक सीधा रेखा में नही। कहीं भी जाने सरल मार्ग में बहुत हुए पर्वतों और घाटियों को तरफ देकर जाना हो गुप्त होना है। यदि हम इस मरे से, गोवाल में रूपक को दो काम में लेकर आइन्स्टीन की बात समझाये तो वह मरेंगे कि “बैरा काल” कुछ पहाड़ों और घाटियों से भरा हुआ है (आइन्स्टीन ने इन्हे पेंट्स kinks or kinks कहा है) और यही कारण है कि वह क्यों नहीं एक सीधी रेखा में ही चलते। इस रूपक को और आगे बढ़ाते हुए हम कह सकते हैं कि सूर्य एक पहाड़ की चोटी पर है, और एक मुक्त प्र. उस चोटी पर चढ़ने की अपेक्षा पहाड़ के चारों ओर जाना ही अधिक पसन्द करेगा।

अपने इस सामान्य सिद्धान्त को समझाने के लिए आइन्स्टीन ने बहुत ही पेचीदा कुछ प्रयोगों की कल्पना की है। जटिल होने पर भी वह रुचिकर और ज्ञानवर्धक है। अब हम आइन्स्टीन के पीछे-पीछे चल कर उसके “सामान्य” general सिद्धान्त को टटोलते हैं और खास कर गुरुत्वाकर्षण gravitation को लेकर दिए हुए उसके स्पष्टीकरण को।

न्यूटन के इस महान् नियम, गुरुत्वाकर्षण, The law of gravitation की नींव हमारे चारों ओर रात दिन देखी जाने

वाली इस बात पर डाली गई थी कि द्रव्यात्मक वस्तुओं में एक दूसरी की ओर खिंच कर चले पड़ने का स्वभाव देखा जाता है। उनके इस स्वभाव की व्याख्या करने के लिए न्यूटन ने एक "शक्ति" के अस्तित्व की कल्पना की। यह "शक्ति" वैसी है जैसी कि हम अपने रंग-बुद्धि से सम्भारित करते हैं। हमारे शरीर या रंग-बुद्धि की शक्ति का असर तो सिर्फ़ उसी वस्तुओं पर होता है जो हमारे शारीरिक सम्पर्क में आती हैं—जिनको हमारे हाथ-पोंच व शरीर के अन्य अङ्ग छू सकते हैं। न्यूटन की यह कल्पित "शक्ति" कुछ अद्भुत सी है। इसका असर अपने से दूर की वस्तुओं पर होता है और वह भी शून्य आकाश में से होकर। न्यूटन ने "देश" space के विषय में भी कुछ धारणाएँ assumptions कायम कीं। न्यूटन के अनुसार "देश," सर्वत्र, वृद्धिपूर्वक रेखागमित में कल्पित आकारों का है। "काल" के विषय में भी न्यूटन ने यह कहा कि वह (काल) एक ही मात्र से, और लगातार, चलता रहता है; और "देश" से अलग, यह एक स्वतन्त्र प्रक्रिया है। "देश" और "काल" के सम्बन्ध में न्यूटन की यह धारणाएँ लोगों को इतनी तर्क-सङ्गत मालूम हुई और उनको इतनी मन भा गई कि आने चल कर वह (जान) वह भी भूल गये कि अपने मूल रूप में यह केवल धारणाएँ या मान्यताएँ हो थी और सिद्धान्त न थी।

इस के विषय में आइंस्टीन के दृष्टिकोण के मूल में जो ध्वनना काम कर रही थी उसे समझ लेना जरूरी है। आइंस्टीन

का यह कहना था कि दूर से ही काम करने वाली "शक्ति" को फलपना को ठुकरा कर और "देश" तथा "काल" की प्रकृति से सम्बन्धित पूर्वप्रदों (हिमीयान को पहिले से ही तथ्य मान कर उससे निपटें रहना) या धारणाओं को अपने दिमागों से निकाल फेंक कर हम गुम्फाकार्पण की एक ऐसी व्याख्या कर सकेंगे जो न्यूटन की व्याख्या से अधिक शुद्ध होगी। अगर हम ऐसा कर सकें और बिना कोई सवाल उठाये, प्रयोगों और वेधों के परिणामों को स्वीकार कर लें तो विश्व का एक ऐसा चित्र खींच सकेंगे जो अपने आप में पूर्ण और आत्म-निर्भर होगा। इस चित्र में देश, काल, किरण-प्रसरण और द्रव्यों के कण—सबके सब एक दूसरे से एक पनिष्ठ सम्बन्ध बनाए हुए होंगे। इस चित्र में और भी एक बात होगी; प्रदों की गतियाँ, हमारे हाथों से फेंके हुए देवों की गतियाँ, तारों और नीहारिकाओं की गतियाँ—यह सब, दूर रह कर ही काम करने वाली किसी "शक्ति" का परिणाम न होकर, द्रव्यों के कणों से सम्बन्धित "देश" की रेखागणितीय प्रकृति में होनेवाली भिन्नताओं के कारण ही होंगी।

न्यूटन एक सास किस्म के "देश" और "काल" को मानने पर ही जोर देता था—ऐसे "देश" और "काल" पर जिनमें द्रव्यों के कण, जब उन पर कोई तरह का बाहरी दबाव न हो, इच्छानुसार सीधी रेखाओं पर एक समान गति से चल सकें। इस तथ्य की, कि द्रव्य के कण इस तरह की कोई

घात नहीं करते—सीधी रेखाओं पर एक समान गति से नहीं चलते—अपितु बदलते हुए वेग से मुड़े हुए मार्गों पर ही गति करते देखे जाते हैं, व्याख्या करने के लिए उसे गुरुत्वाकर्षण की “शक्ति” की कल्पना करना पड़ी। परन्तु मज्ञा तो यह कि, वह “शक्ति” शून्य आकाश में किस तरह और कैसे काम करती थी, इस बात को न तो न्यूटन ही और न कोई अन्य व्यक्ति ही सन्तोषप्रद रूप में समझा सका।

आइन्स्टीन ने “देश” के विषय में पहिले से ही कोई धारणा न बनाई। घात को शुरू करने के पहिले वह मानो इसको (देश को) बिल्कुल जानता ही नहीं। वह तो पत्थर के डेलों प्रहों, धूमकेतुओं और अन्य पिण्डों को भिन्न-भिन्न बक्राकार या मुड़े हुए मार्गों पर चलते हुए सिर्फ देखता है ; और देखता है उनके बदलते हुए वेगों को। वह मान कर कि यह गतियाँ वस्तुओं की अपनी यनावट में स्वाभाविक ही हैं, वह यह पूछ-ताछ करता है कि “देश” और “काल” के ऐसे कौनसे गुण हैं जो इन गतियों को स्वाभाविक और अवश्यम्भावी बना देते हैं। गणित के उसके तुल्यक या समीकरण equations ही उसकी पूछताछ का उत्तर दे देते हैं। जिन बातों को होती हुई हम देखते हैं उनमें से कुछ बातों का पूरा और विश्व-व्यक्ति से मेल खाता हुआ स्पष्टीकरण गणितके यह तुल्यक दे देते हैं, जो न्यूटन के नियम laws of Newton नहीं दे पाते। सिके अकेले इस कारण ही आइन्स्टीन की कल्पनाओं को, न्यूटन की कल्पनाओं



पसन्द को सुलेआम व्यक्त करता है और, बिना कोई गलती किये, वह आइन्स्टीन को ही अपना मत देता है।

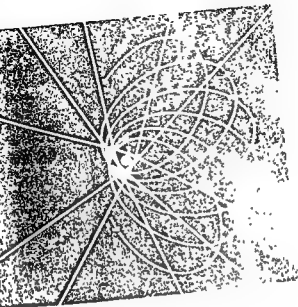
चलते-चलते बुध के इस मत दान की चर्चा भी कर देते हैं। सूर्य के चारों ओर बुध की भ्रमण-कक्षा दीर्घ-वृत्ताकार है और उस कक्षा पर एक खास बिन्दु ऐसा है जो उसके अन्य बिन्दुओं की अपेक्षा सूर्य के ज्यादा निकट है। इसको बुध का “रविनीच बिन्दु” point of perihelion कहते हैं। यदि अकेला बुध ही सूर्य के चारों ओर घूमता होता तो, न्यूटन के मत के अनुसार, यह बिन्दु हमेशा उस एक स्थान पर ही रहता। परन्तु दूसरे ग्रह बुध पर जो विचलन डालते रहते हैं उनके कारण यह रविनीच-बिन्दु उस कक्षा पर धीरे-धीरे चारों ओर चलता रहता है। इन विचलनों के असर की राशि को हम, गणना करके, विशुद्ध शुद्ध ज्ञान भी सकते हैं। बुध की कक्षा के इस बिन्दु की चालें, जो वेधों द्वारा पकड़ी जाती हैं, उन परिणामों से मेल नहीं खाती जिनको हम न्यूटन के नियमों के अनुसार गणना करके प्राप्त करते हैं। न्यूटन के नियमों में इनका मेल बैठाने के लिए अनेक कोशिशों की गई, परन्तु वह सब अस्त-फल ही रही।

आइन्स्टीन के अनुसार तो यह बिन्दु हर हालत में, इस कक्षा पर चारों ओर घूमता-फिरता रहेगा—चाहे अकेला बुध ही सूर्य के चारों ओर भ्रमण करता हुआ क्यों न हो। इस मत के अनुसार, गणना द्वारा प्राप्त राशि में अब अन्य ग्रहों के किए

गणबुध के विचलनों के असर जोड़ दिए जायें तो योग छद्म वेधों से प्राप्त राशि से पूरा मेड छा जाता है। हम बुध की भ्रमण-कक्षा को चित्रित कर रहे हैं त्रिमंश इस रविनीर्वाण्डु की, सूर्य के निष्ठ, स्थितियाँ दिसलाते हैं। (रेखाचित्र ३१)

अपने 'सामान्य' सिद्धान्त को स्पष्ट करते समय आइन्स्टीन ने दूसरी एक ओर बात की भविष्य-वाणी की थी। वह गुरुत्वाकर्षण के कारण होने वाले एक छोटे 'लाञ्छ-मुड़ाव' के बारे में थी। इसका हमारे प्रभुन विषय के साथ कोई प्रत्यक्ष सम्बन्ध न होने के कारण इस पर कुछ लिखने की हमें आवश्यकता नहीं।

आइन्स्टीन की एक तीसरी भविष्य-वाणी ने, कुछ वर्षों पहिले, समाचार-पत्रों को उनके मुख-शृष्ठ पर मोटे शीर्षकों के छिप पूरा मसाळा दिया था। अखबारों ने इन शीर्षकों को इन शब्दों में सजाया था :—“प्रकाश मुड़ाव छेदे पकड़ा गया”; “देश में चक्रवा” और “आइन्स्टीन समर्थित” इत्यादि। आइन्स्टीन की भविष्य-वाणी यह थी; सूर्य के निष्ठ से गुजरते समय प्रकाश अपने सीधे मार्ग से थोड़ा विचलित हो जायगा। सूर्य के एक ग्रहण-काल में, उसकी पाली (limb) के पास दिखने वाले तारों के फोटो-चित्र लिए गये और उनमें वह अपनी हमेशा की स्थितियों से कुछ अलग दृष्टे हुए से देखे गये। यह तभी हो सकती थी जब उनका प्रकाश, सूर्य के पास से निकलते समय, उसकी ओर कुछ थोड़ा हट जाता या मुड़ जाता। आइन्स्टीन की यह तीसरी भविष्य-वाणी भी सच निकली।



यहाँ, इस विषय में, विचार करने की बात यह है कि न्यूटन के नियमों के अनुसार कोई ऐसा कारण नहीं दिखाई पड़ता जिससे यह माना जाय कि गुरुत्वाकर्षण की शक्ति प्रकाश पर भी कोई असर डालती है। परन्तु यह एक तथ्य है, और इसको देखते हुए एक धारणा और कर ली जाती है कि ऐसा होता है; अर्थात् गुरुत्वाकर्षण की शक्ति प्रकाश पर भी असर डालती है। ऐसा मान कर इस असर या विचलन की मात्रा को, गणना करके, जान लेते हैं। यह तो हुई न्यूटन की बात। आइन्स्टीन के मत में तो सूर्य के निकट से गुजरते समय प्रकाश को 'अवश्य' ही बक्राकार या मुड़ा हुआ मार्ग बनाना होगा। यह अवश्यम्भावी है, टाछा जा ही नहीं सकता। यह बात स्वयं इस सिद्धान्त की ही एक अंग है और किसी बाहरी धारणा के लिए, यहाँ कोई गुञ्जायश नहीं।

एक बात और। आइन्स्टीन के मत से प्रकाश के ऐसे विचलन की मात्रा-राशि उसकी वस्तु मात्रा-राशि से दुगुनी है जो न्यूटन के नियमों के सही होने पर होती और जब एक मनमानी धारणा और भी बनानी होती कि गुरुत्वाकर्षण से प्रकाश भी प्रभावित होता है।

इन विचलनों को देख पाना बहुत ही मुश्किल है। आज तक तो यह बात एक दृढ़ विश्वास के साथ नहीं कही जा सकती कि ऐसे किसी एक विचलन की कोई राशि देखी भी जा चुकी है जो आइन्स्टीन का पलड़ा भारी कर सके। परन्तु यह

तथ्य, कि विचलन होता तो अवश्य है, आइन्स्टीन के सिद्धान्त को पुष्ट करता है ; क्योंकि ऐसा विचलन उसके सिद्धान्त का तो एक आवश्यक अङ्ग है, परन्तु न्यूटन के नियमों का नहीं।

गुरुत्वाकर्षण को आइन्स्टीन किस रूप में देखता है, इसे समझने के लिये हमें एक उत्थापक *a lift cage* के भीतर, कुछ विशेष हालतों में, किये जाने वाले प्रयोगों की कल्पना करनी होगी। हम में से प्रायः प्रत्येक व्यक्ति ने उत्थापक या लिफ्ट *lift* तो देखे ही होंगे। बड़े शहरों में, ४ मञ्जिलों से लेकर पाँच-छै या सात मञ्जिलों तक के ऊँचे मकान बनाए जाते हैं। इन ऊँची मंजिलों में सीढ़ियों से चढ़कर जाने और फिर वापिस उतर कर आने में काफी परिश्रम और थकावट हो जाती है। इस असुविधा को दूर करने के लिए ही, सीढ़ियों के ठीक पगड में ऐसे उत्थापक (*lifts*) लगाये जाते हैं जो बिजली की शक्ति से ऊपर-नीचे आते-जाते हैं। ऐसे एक उत्थापक में, आइन्स्टीन के कहे अनुसार सकल प्रयोग करने में जिन विशेष हालतों की जरूरत होती है, उनमें से कुछ तो अभी व्यवहार में लाई नहीं जा सकती हैं ; परन्तु एक सिद्धान्त के रूप में यह असम्भव भी नहीं है। इस उत्थापक के भीतर प्रयोग के दौर में जो कुछ भी होता है, और आइन्स्टीन इसका जो वर्णन करता है, उसकी सचाई में किसी को कोई सन्देह नहीं है ; यद्यपि ॥॥ प्रयोगों के भावी महत्व के विषय में आइन्स्टीन की अपनी राय से सन्देह होना या न होना प्रत्येक व्यक्ति की मर्जी पर है।

उत्थापक में खड़े हुए एक व्यक्ति के साधारण अनुभव एक सीमा में बँधे हुए ही होते हैं। उत्थापक के चालू होने के पहिले वह व्यक्ति किसी तरह की कोई सन-सनी महसूस नहीं करता। जब उत्थापक ऊपर की ओर चलने लगता है तब जाकर उसे (व्यक्ति को) एक क्षणिक सन-सनी-सी मालूम होती है; मानो उसका वजन कुछ बढ़-सा गया हो। ऊपर किसी एक मखिल पर जाकर जब यह उत्थापक रुकता है, उसके ठीक पहिले क्षण भर के लिए वह व्यक्ति अपने वजन में हलकापन महसूस करता है। अब, यदि उत्थापक ऊपर से नीचे की ओर चले तो वही सनसनियाँ उस व्यक्ति को ठीक उलटे क्रम में महसूस होंगी। जब उत्थापक नीचे की ओर चलना शुरू करेगा तो क्षणभर के लिए वह व्यक्ति अपने आपको, वजन में, हलका-सा महसूस करेगा और नीचे आकर जब उत्थापक रुकने लगेगा तो क्षणभर के लिए उसका वजन बढ़-सा जायगा। कोई भी व्यक्ति एक लिफ्ट पर चढ़कर इन बातों का व्यवहार में परख सकता है।

अगर यह रस्से जिन पर यह उत्थापक लटका हुआ है, ध्वजानक टूट जाय और सुरक्षा के लिए बनाए गये अन्य साधन यन्त्र भी असफल हो जाय, और इस कारण यह उत्थापक अत्यन्त शीघ्र वेग से एकदम नीचे उतर पड़े तो, इस उतराई के दौर में, इसके भीतर खड़ा हुआ वह व्यक्ति कुछ क्षणों तक अपने आपको वजन में सचमुच ही बहुत हलका महसूस करेगा। सच

तो यह होगा कि उस हाथ को वजन ही न होगा। ऊधापक की जगह की मजह, तब, उसके पैरों पर छतर की ओर दबाव न रहेगी और न उसके अपने ही पैर उस मजह पर नांचे से ओर दबाव डालते होने। यदि वह व्यक्ति, इस दौर के बीच, किसी वस्तु को अपने हाथ से छोड़ भी देगा तो वह वस्तु नांचे की ओर न गिरेगी ; ऐसा मान्य होगा मानो वह वस्तु बिल्कुल अवर पीच में खड़ी हो। अगर उस वस्तु को वह व्यक्ति ऊधापक के बाहर फेंकेगा तो वह वस्तु सामने की ओर, एक सीधी रेखा में ही चलती चली जायगी। इस यकायक झराई में उस व्यक्ति के वजन में जो कुछ भी कमी आई हुई-सी मान्य होगी उसकी पूर्ति, ऊधापक के नांचे जाकर ठहरते समय, वजन में ही विशेष वृद्धि के रूप में हो जायगी ; परन्तु दर अस्त, बात तो यह है कि उस दौरा में कोई प्रयोग कर पाना ही सम्भव न हो सकेगा।

आइन्स्टीन इन बातों पर बहुत जोर देता है ; और इनका खण्डन कोई कर भी नहीं सकता, कि यकायक गिरते हुए इस ऊधापक में पाई जानेवाली वक्त सभी अवस्थाएँ उन सभी अवस्थाओं से मिलती जुलती ही होंगी, जो अवस्थाएँ पृथ्वी और तारों से दूर, शून्य आकाश में बाहर की ओर गिरते हुए एक ऊधापक में पाई जायगी। न्यूटन की गुरुत्वाकर्षण-शक्ति वही अनुपस्थित होगी ; कुछ भी गिरेगा नहीं ; फेंकी हुई वस्तुएँ सीधी रेखाओं में ही चलेंगी ; हमारे पैर, यदि हम वहाँ हों तो, किसी

भी वस्तु पर लगातार दबाव डालते हुए न होने और न कोई अन्य वस्तु ही हमारे पैरों पर कोई दबाव डालती हुई होगी। आइन्स्टीन आग्रह करता है कि हम इस बात को और इस बात के परिणामों को मान लें।

मान लीजिए कि, अब, तारों के बीच दौड़ने वाले एक उत्थापक में राकेट-मशीन बैठा दी गई है, जिससे कि ऊपर की ओर होनेवाली इसकी गति को उस गति के हिसाब से बढ़ाया जा सके जिस गति से वस्तुएँ पृथ्वी पर गिरती हैं। भौतिक-विज्ञान का एक गति-विषयक नियम a law of motion यह है कि कोई एक वस्तु, मुक्त रूप में गिरते समय, अपने गिरने के वेग को प्रत्येक सेकेण्ड ३२ फीट के हिसाब से बढ़ाती जाती है। इस उत्थापक में छोटे रोकेटों को चाहे इस प्रकार व्यवस्थित और सुयोजित कर लिया जाय कि इसका वेग प्रत्येक सेकेण्ड में ३२ फीट बढ़ता चला जाये, तो इसका परिणाम यह होगा कि उत्थापक का फर्श, तब, भीतर खड़े व्यक्ति के पैरों पर ऊपर की ओर ठीक वैसा ही दबाव डालना शुरू कर देगा जैसा कि पृथ्वी पर। इस बात को यों भी कह सकते हैं कि उस व्यक्ति के पैर, तब, उत्थापक के फर्श को नीचे की ओर दवाने लगेंगे। यदि वह व्यक्ति, तब, कोई वस्तु अपने हाथ से गिराएगा तो वह फर्श पर जा गिरेगी। यदि उस वस्तु का वह बाहर फेंकेगा तो वह (वस्तु) एक वक्राकार मार्ग बनाएगी; ऐसा मान्य होगा, जैसे कि वह वस्तु नीचे की ओर वेग पकड़ती हुई चली जा रही हो। वह सब

घातें ठीक उसी तरह होंगी जैसी कि वह पृथ्वी पर रोज हमारे अनुभवों में होती रहती हैं ।

गति-विषयक कोई भी प्रयोग जो इस उत्थापक में सड़े होकर बर्फ हालतों में किए जायेंगे और उनसे जो परिणाम निकले जायेंगे, वह किसी तरह भी उन परिणामों से भिन्न न होंगे जो कि पृथ्वी पर ही किसी एक उत्थापक में किए गये प्रयोगों से उपलब्ध होंगे । एक बार और, आइन्स्टीन आग्रह करता है कि हम इन परिणामों और उनके सभी मतलबों को मान लें ।

इन मतलबों में से एक तो यह है : राकेट-मशीन द्वारा चलाए गये उस उत्थापक में बाहर से आती हुई कोई प्रकाश-किरण यदि प्रवेश करे और, उसके भीतर से उसे पार करे, तो वह किरण, अवश्य, नीचे की ओर मुड़ जायगी । इसका कारण यह होगा कि जितने समय में प्रकाश की यह किरण उत्थापक के एक ओर से दूसरी ओर जाकर वसे पार करेगी, उतने समय में वह उत्थापक ऊपर की ओर कुछ अधिक बेगरील हो जायेगा । प्रकाश-किरण का यह मुड़ाव, उस उत्थापक के अधिक वेग पकड़ने की क्रिया का ही, एक स्वाभाविक और अवश्यम्भायी परिणाम होगा ; ठीक वैसे ही जैसे कि उस वस्तु का, जिसे हमने अपने हाथों से नीचे गिरने दिया था, नीचे गिरते समय अधिक और अधिक वेग पकड़ना उसका स्वाभाविक और अवश्यम्भायी परिणाम ही था ।

क्योंकि, पृथ्वी पर के एक उत्थापक में जो हालतें होंगी उनमें

और उस राकेट-चालित उत्थापकमें की हालतोंके बीच हम कोई भी भेद नहीं बता पाते; इसलिए हमें इस नतीजे पर पहुँचना ही होगा कि वह दोनों हालतें एक जैसी ही हैं।

हमें लगता है, मानो हमारी पृथ्वी हमें नीचे की ओर खींचे ले रही है और इस प्रकार हमारे वजन का हमें भान कराती रहती है, वस्तुओं को नीचे गिराती है और ऐसे अनेक काम करती रहती है ; परन्तु सत्य तो कुछ और ही है। वास्तव में, पृथ्वी तो ऐसे कोई भी काम नहीं करती। उसने (पृथ्वी ने) तो महत्त अपने चारों ओर के "देरा" space या आकाश के गुणों को इतना बदल दिया है कि इसके प्रभाव से, हमारी स्थिति को बिना बदले ही, हम ऊपर की ओर अधिक और अधिक वेग से खिंचे जा रहे हैं। जब उत्थापक के रस्से टूट जाते हैं, तो यह उत्थापक स्वयं और इसके भीतर की प्रत्येक वस्तु स्थिर रहती है, जब तक कि उत्थापक के ढण्डों की निचली सतह छोटकर उस पर प्रहार न करे।

उन दोनों हालतों में—पृथ्वी पर के एक उत्थापक की ओर राकेट-चालित उत्थापक की—कोई भी भेद बता पाने में असमर्थ होने के कारण हमें इसी निष्कर्ष पर पहुँचना होगा कि बाहर से आने वाली कोई प्रकाश-किरण, पृथ्वी पर स्थित खड़े एक उत्थापक में होकर गुजरते समय, नीचे की ओर कुछ मुड़ जायगी। सच तो यह है कि यह केवल उत्थापक की ही बात नहीं है ; पृथ्वी पर, सर्वत्र, ऐसा ही होता है। प्रकाश-किरणों

का गह नीचे की ओर का मुड़ाव एक बहुत ही स्थूल क्षेत्र में होना रहना है। यह मुड़ाव इतना छोटा या कम होता है कि इसे हम नाप नहीं सकते। इसके इतना छोटा होने का कारण यही है कि, पृथ्वी के गुगलवाक्यंग के कारण होने वाली गति की छेत्री प्रायःक सेकण्ड में मिके ३२ फीट ही होती है। सूर्य के गुगलवाक्यंग के कारण गति में होने वाली छेत्री बहुत अधिक होती है और इस कारण सूर्य के द्वारा हुआ ऐसा कोई भी मुड़ाव नाप में आ सकता है।

यदि कोई व्यक्ति ऊपर जितने हुए इन परिणामों को वाद-यात फइकर ठुकरा देना चाहे तो, ऐसा करने के पहिले उसे यह स्मरण कर लेना चाहिए कि इन्ही परिणामों के आधार पर आइन्स्टीन ने पहिले से ही कह दिया था कि किसी एक तारे का प्रकाश, सूर्य के निकट से गुजरते समय, अवश्य अपने सीधे मार्ग से कुछ विचलित हो जायेगा। बाद में आइन्स्टीन के ऐसा कहने के चार वर्ष बाद ही, एक पूर्ण सूर्य-ग्रहण के अवसर पर नाक्षत्रिक विद्वानों ने सूर्य के काले पड़े हुए बिम्ब और उसके आस-पास के क्षेत्र के फोटो-चित्र लिए और इनमें दिस पड़ने-वाले तारे, अपनी हमेशा दिस पड़नेवाली स्थितियों से कुछ अलग हटे हुए से देखे गये। आइन्स्टीन ने इस विचलन की राशि भी बता दी थी; वह भी करीब-करीब उतनी ही पाई गई। किसी भी अन्य व्यक्ति ने, किसी विरोधी सिद्धान्त के आधार पर, आज तक तो कभी ऐसी कोई भविष्यवाणी नहीं

की। इसलिए ही आइन्स्टीन की स्थापनाओं ने आज मैदान मार रखा है।

आइन्स्टीन के सिद्धान्तों ने विश्व-विज्ञान को बहुत कुछ दिया है और इस दान की बदौलत ही आज यह विज्ञान इतना पुष्ट, सजावजा और तथ्योन्मुख हो सका है। इन सिद्धान्तों ने न केवल “ईश्वर” के मिथ्या विश्वास के बोझ से हमारे विचारों को मुक्त किया; अपितु, इसके साथ-साथ उस प्रचलित मान्यता को भी, कि “देश” एक अचल आधार है और उसमें सभी वस्तुओं की “निरपेक्ष” absolute गतियों को व्यक्त किया जा सकता है, एक घातक धक्का दिया। आइन्स्टीन ने बताया कि “देश” (हमें तो “देश-काल” कहना चाहिए) के गुण स्वयं उस द्रव्य द्वारा ही बनाये जाते हैं जिसको वह अपने में छिपे हुए है। “देश” और द्रव्य; दोनों ही एक-दूसरे से स्वतन्त्र नहीं हैं। वास्तव में “देश” सर्वत्र एक ही नहीं है।

विश्व का रूप या आकार

तारों के प्रकाश की चक्रता को लेकर की गई आइन्स्टीन की भविष्यवाणी की विचित्रपूर्ण सच्चाई सिद्ध हो जाने के बाद अब विश्व-विज्ञान के सिद्धान्तवादी पण्डित, विश्व-महाण्ड के समूचे आकार की चक्रता को लेकर अटकलें लगाने लगे हैं। इस विषय में वह तीन प्रधान सम्भावनाओं की ही कल्पना करते हैं :—

(१) यह विश्व, यूक्लिड की रेखागणित के ही एक आकार का है— इसमें वक्रता विल्कुल नहीं और इसके भीतर, एक सीधी रेखा ही किन्हीं दो बिन्दुओं के बीच की सबसे कम और छोटी दूरी है। (रेखा-चित्र ३६-२)

(२) इसमें धन-वक्रता positive curvature है। इसके भीतर किन्हीं दो बिन्दुओं के बीच की सबसे छोटी दूरी एक अपने-आपमें ही चन्द होनेवाला वक्र है ; ठीक वैसा ही जैसा कि पृथ्वी के गोले globe की सतह पर देशान्तर-रेखाओं meridians of longitude के बने बड़े घृत हैं। (रेखाचित्र ३६-१)

(३) इसमें ऋण-वक्रता negative curvature है—घोड़े की पीठ पर कसे जानेवाले जीन saddle की सतह के अनुरूप। इसके भीतर किन्हीं दो बिन्दुओं के बीच की सबसे छोटी दूरी एक परवलय α parabola अथवा एक अति-परवलय α hyperbola की तरह खुली वक्रता \equiv नमूने की है।

(रेखाचित्र ३६-३)

सृष्टि-वैज्ञानिकों को आशा है कि अनन्त “देश” में आकार-गंगाओं या नीहारिकाओं के विभाजन या चुंटाव apportionment का विश्लेषण करने और उन सबको गिन पाने के बाद ही यह इन तीनों सम्भावनाओं में से किसी एक को चुन पावेंगे।

यह मान्यताएँ समझने में मुश्किल जरूर हैं, परन्तु विषय के फैलाव के साथ इस प्रकार गुंथी हुई हैं कि इन्हें अलग किया ही

(१) यह विश्व, यूक्लिड की रेखागणित के ही एक आकार है। इसमें वक्रता विल्कुल नहीं और इसके भीतर, एक रेखा ही किन्हीं दो बिन्दुओं के बीच की सबसे छोटी दूरी है। (रेखा-चित्र ३६-२)

(२) इसमें धन-वक्रता positive curvature है। इसके किन्हीं दो बिन्दुओं के बीच की सबसे छोटी दूरी अपने-आपमें ही घन्द होनेवाला वक्र है; ठीक वैसा जैसा कि पृथ्वी के गोले globe की सतह पर देशान्तर रेखाओं meridians of longitude के घने बड़े दृष्ट

(रेखाचित्र ३६-१)

(३) इसमें ऋण-वक्रता negative curvature है—घोड़े पीठ पर कसे जानेवाले जीन saddle की सतह के अनुरूप। इसके भीतर किन्हीं दो बिन्दुओं के बीच की सबसे छोटी दूरी एक परबलय a parabola अथवा एक अति-परबलय a hyperbola की तरह खुली वक्रता के नमूने की है।

(रेखाचित्र ३६-३)

सृष्टि-वैज्ञानिकों को आशा है कि अनन्त "देश" में आकाशगंगाओं या नीहारिकाओं के arrangement का विस्तरेपण

ही यह इन तीनों

यह न।

पैलाय ने

नहीं जा सकता। साथ ही, इस विश्व की कोई सीमा-रेखाएँ भी हैं या नहीं, इस प्रश्न को लेकर पुराने ज़माने से चले आ रहे विवाद के साथ भी यह मान्यताएँ इसी प्रकार बँधी हुई हैं। यदि यह विश्व यूक्लिड की रेखा-गणित के ही किसी एक आकार का है तो इसकी कोई सीमा-रेखाएँ है ही नहीं। यदि यह ऋणीय-वक्रता लिए हुए *negatively curved* है, तो उस हालत में भी यह असीम ही है; क्योंकि वय इसके बाहर की ओर के सभी अवयव (नीहारिकाएँ) चक होकर एक-दूसरे से दूर-दूर होते चले जाते हैं। परन्तु; यदि यह धनीय वक्रता लिए हुए *positively curved* है तो, उस हालत में, एक साथ अपने-आपमें पूर्ण और असीम—दोनों ही गुणों का है; जिस प्रकार हमारी गृध्री की सतह जो यद्यपि अपने-आपमें पूर्ण है, फिर भी इसकी कोई सीमा-रेखाएँ नहीं हैं।

इस बात को, कि विश्व अपने-आपमें पूर्ण है यद्यपि है वह असीम ही, हम कुछ थोड़े विस्तार के साथ कहना चाहते हैं। यह बात सापेक्षवाद की स्थापनाओं की ही एक आवश्यक और अवश्यम्भायी निष्कर्ष है और इसको अनेक वैज्ञानिकों का समर्थन भी प्राप्त हो चुका है—ऐसे वैज्ञानिकों का, जिनकी राय को सृष्टि-विज्ञान के क्षेत्र में काफी आदर दिया जाता है।

विश्व, यदि अपने-आपमें पूर्ण परन्तु असीम हो, तो यह एक ऐसा विश्व होगा जो अपने-आप पर स्वयं एक वक्रता थोपेगा। इस बात को यदि हमें समझना हो, तो उन परम्परा-

गन संस्कारों को हमें पक़्तवार भूँड ही जाना होगा, जिन्हें यूट्रिड की रेखा-गणित ने हममें भर दिष्ट है। विश्व की अपने ऊपर स्वयं छादी मई इस बक़ना को देखकर, अब हम यह कल्पना करने लगे हैं कि जो मार्ग हमें विलकुल सीधा दिख रहा है, उस पर चलते-चलते, एक दिन अचरस ही हम अपने-आपको फिर अपने घरों में ठीक उन्ही स्थानों पर पावेंगे जहाँ से हमने अपनी यह यात्रा आरम्भ की थी। हमारी मार्ग-प्रदर्शक प्रकाश-किरणें ही, स्वयं हमारे लिए एक सीधे मार्ग की कसौटी हैं। परन्तु यह कसौटी खरो नहीं उतर रही है। हो सकता है; हमने ही इस कसौटी पर पड़ी लकड़ीरा को पढ़ने में गलती की हो। आज के युग का एक महान् वैज्ञानिक, आइन्स्टीन तो यही कहता है।

अपनी इस यात्रा पर, समूचे मार्ग में ही, हमें कोई सीमा-कोई विभाजक रेखा या कोई रुकावट नहीं मिलती है। अपनी जान में तो हम हमेशा ही एक सीधी रेखा पर चलते रहे हैं—प्रकाश-किरणों की एड़ियों पर अपने पैरों के पन्जे गड़ाए हुए; और एक समय (और सचमुच एक बहुत ही लम्बे समय) बाद हम देखते हैं कि हमारे चारों ओर, पास-पड़ोस के हरय तो विलकुल परिचित, जाने-पहिचाने से हैं; हम अपने ही घरों को लौट आये हैं।

एक बात और भी है। यह मान्यता हमें इसी नतीजे पर ला पहुँचाती है कि ऐसा विश्व कभी स्थायी हो ही नहीं सकता। यह इसकी आदत ही होगी कि अपनी रूप-रेखाओं को बदलता

रहे ; या तो क्रमशः छोटा होता जावे या बड़ा । अपनी इस आदत के अनुसार यदि यह बड़ा ही होता जा रहा हो तो इसमें के सभी पिण्ड एक-दूसरे से दूर-दूर होते जावेंगे । ठीक यही बात हमारी नजरों में पड़ भी रही है । इस बात को हम यों भी व्यक्त कर सकते हैं कि वर्णपटों में प्रकाश-किरणों के छाल-छोर की ओर के मुड़ाव the red-shifts (दारहवा परिच्छेद) इस कल्पना या मान्यता के सामक्षस्य में ही हैं— इससे पूरा मेल खाते हैं ।

एकबार, और हम आइन्स्टीन की कल्पनाओं के परिणामों को, दिख पढ़नेवाली बातों के साथ, हूबहू मिलते पा रहे हैं । विश्व के प्राञ्जन में अद्यतक जो कुछ भी हम देख चुके हैं वह सब एक पूर्ण, असीम और वक्रता लिए हुए चौखटे—“वैश-काल” के चौखटे Space—time continuum के पूरे सामक्षस्य में ही हैं । हम चौखटे में नीहारिकाएँ (आकाश-गंगाएँ, जैसा कि कुछ विद्वान् इनको कहना पसन्द करते हैं) काफी घनी जड़ी हुई हैं और यह चौखटा, लगातार आगे की ओर फैलता जाता है । इस फैलाव के साथ-साथ इसकी वक्रता का अर्ध-व्यास radius भी, उसी क्रम में बढ़ता चला जाता है ।

प्रकाश-किरणों के “छाल-मुड़ाव”, फड़कनों और दूरी का परस्पर सम्बन्ध, सूर्य के निकट से गुजरते हुए प्रकाश का मुड़ जाना—यह सभी बातें विचित्र और भविष्य-सूचक हैं । यदि

कभी विश्व के रहस्यों का अन्तिम हल पाया भी जायगा तो वह भी इतना ही विचित्र और भविष्य-सूचक होगा ।

पन्द्रहवाँ परिच्छेद

विश्व की उत्पत्ति और उसकी द्रव्य-मात्रा

चारहवें परिच्छेद में हमने विश्व के एक बिलक्षण पहलू पर प्रकाश डाला था । सूदूर अनन्त की अगाध गहराइयों में दूर-दूर भागती हुई नीहारिकाओं और उनके गुच्छों से आती हुई प्रकाश-किरणें हमारी दूरबीनों में लगे हुए फोटो-प्लेटों की कसौटी पर “लाल-मुड़ावों” (the red shifts) के जो बिह्वल अङ्कित करती हैं उनके अर्थ हम निःसन्दिग्ध रूप में यही लगाते हैं कि वह हमसे दूर-दूर, आगे और, और भी आगे, भागी जा रही हैं । अब, यदि हम इस अर्थ पर पूरा भरोसा रखकर यही मान लें कि वह सब नीहारिकायें अरबों वर्षों से उन्हीं सापेक्ष दिशाओं में और उन्हीं सापेक्ष वेगों से दूर-दूर दौड़ी चली जा रही हैं, तो हम अनिवार्य रूप में इसी एक निष्कर्ष पर पहुँचेंगे कि उन सबने एक दिन एक ही स्थान से और एक ही समय यों दौड़ना शुरू किया था । सीधे शब्दों में इस बात का अर्थ यह

होगा कि उस एक दिन इस विश्व-ब्रह्माण्ड का जन्म हुआ था। उस दिन ही विश्व के सभी छोटे और बड़े पिण्ड एक ही माँ के गर्भ से एक ही साथ जन्म लेकर एवं अपनी उस माँ से ही अपरिमित गति और शक्ति लेकर अनन्त के महापथ पर यात्रा करने को चल पड़े थे। उस दिन ही विश्व का यह समूचा दृश्य अस्तित्व में आया था।

हमारे आज के प्रौढ़ विज्ञान-शास्त्र के हाथ में जीव-पड़ताल करने के अनेक साधन हैं। उनके बल पर विज्ञान ने उन नीहारिकाओं के दूर भागने की गतियों के वेगों को जान कर जो गणनाएँ की हैं, वह सब इस बात की ओर ही इश्वित करती हैं कि “अनन्त घेरा” (space) में उन पिण्डों की दौड़ का आरम्भ आज से करीब ५ अरब वर्ष पहिले हुआ था। पृथ्वी के चिप्पड़ों (crusts) में पाये जाने वाले रेडियो-धर्मी (radio active); जो पदार्थ अपनी किरणों को निरन्तर धीरे-धीरे बिखेर रहे हों) पदार्थों की सम्भव उम्र की छानबीन करने पर जो संख्या जानी गई है, वह ठीक यही ५ अरब वर्षों की है। यह एक असाधारण सामञ्जस्य है। इसके

के सिद्धसिले

और बात भी
के अध्ययन
पुराने तारे का
गई है।
universe)
है। इसके स्पष्टी-

करण में उन्होंने अपने भिन्न-भिन्न मत पेश भी दिये हैं। उन सब मतों पर हम, अब प्रकाश डालने की चेष्टा करेंगे।

बेल्जियम देश के एक सृष्टि-वैज्ञानिक एब्बे लीमैत्र (Abbe Lo Maitre) का यह मत है कि नौहारिकाओं के दूर-दूर भागने की क्रिया का आरम्भ एक अति महान् विस्फोट से हुआ था—एक अति-अणु (a super atom) के आदिम प्रचण्ड विस्फोट से। विस्फोट करने वाले उस अति-अणु के दूर-दूर भागते हुए टुकड़ों को ही हम आज अनन्त के इन ज्योति-पिण्डों के रूप में देख रहे हैं।

संयुक्त-राष्ट्र अमेरिका के जार्ज गार्सिंगटन, विश्वविद्यालय के डा० जार्ज गैमोव (Dr. George Gamov) ने, अभी हाल में ही, कुछ थोड़े हेरफेर के साथ लीमैत्र के इस मत को इस प्रकार व्यक्त किया है कि आज से प्रायः ५ अरब वर्ष पहिले यह समूचा विश्व, एक गर्भस्थ शिशु की तरह, अत्यन्त सिकुड़ी, सिमटी-सी पुञ्जीभूत अवस्था में था। उस पुञ्ज का समूचा द्रव्य वा पदार्थ (matter) और किरण-प्रसरण (radiation) लगातार सिकुड़ते और सिमटते हुए एक ही जगह जमघट-सा करते गये। ऐसा करते-करते वह उस एक जगह पर भिचकर अविश्वसनीय मात्रा (mass) और घनत्व (density) के आदिम कणों का एक घोर धधकता हुआ पिण्ड बन गये। द्रव्य के इस सिकुड़न को गैमोव ने प्लेम (ylem) नाम दिया; यह शब्द पुरानी

अंग्रेजी भाषा का है जिसका अर्थ है “सभी वस्तुओं के आदिम संक्षिप्त रूप।”

सिकुड़े हुए मात्रा और किरण-प्रसरण के उस पुञ्जीभूत पिण्ड का तापमान खरबों ही अंशों पर था। इतने घोर ऊँचे तापमान पर कोई अणु तो रह ही नहीं सकता था; सिर्फ एक दूसरे से आजाद कुछ आणविक कण (atomic particles) ही वहाँ थे। उन कणों में भी भारी विक्षोभ था और उनमें किसी तरह की व्यवस्था भी नहीं थी। जब इस सिकुड़न की अति हो चुकी, अपनी पराकाष्ठा तक जा पहुँचा—तब विश्व-मात्रा (the cosmic mass) का वह पुञ्ज फैलने लगा। उसमें से निकल-निकल कर प्रकाश और दूसरे विद्युत्-चुम्बकीय किरण प्रसरण (electro-magnetic radiation) अनन्त शून्य में चारों ओर उड़ने लगे। उस पिण्ड का तापमान भी धीरे-धीरे गिरने लगा। गिरते-गिरते वह तापमान जब एक खरब अंशों पर आ पहुँचा तो कणों को एक दूसरे से अलग रखने वाला उसका नियन्त्रण भी ढीला पड़ने लगा। आजादी पाकर वह कण भी आपस में, एक दूसरे में, मिलने लगे। उनके एक दूसरे में मिलने से अणु बने। जैसे-जैसे वह पुञ्ज की आदिम गैस-वाष्प (vapour) बाहर की ओर उड़ती और ठण्डी होती गई, उसमें के विक्षोभ ने गुरुत्वाकर्षण (gravitation) के साथ मिलकर उस पुञ्ज में प्रचण्ड बबण्डर उठाने शुरू किये। उन बबण्डरों से ही आगे जाकर आकाश-गंगाएँ या नीहारिकाएँ और उनके गुच्छे बने।

शुरू में, पहिले तो यह सब नीहारिकायें अन्धकार में लिपटी हुई थीं; परन्तु चकर मारते हुए उन अन्धकारागुन द्रव्य-वाइलों में से धीरे-धीरे जमजम करतारे फूटते और शून्य अनन्त में चमकते चले गये।

पिछले वर्षों में किये गये अनन्त के ज्योति-पिण्डों के बंधों से ऐसे प्रमाण जुट चुके हैं जो इस बात को ही गुष्ट करते हैं कि सभी नीहारिकायें एक ही साथ और एक ही समय जन्मी थीं। खगोल-वैज्ञानिकों ने यह देखा है कि अत्यन्त दूर की शब्दाकार नीहारिकायें, अपेक्षाकृत पास की नीहारिकाओं की तुलना में, बहुत ज्यादा लाल हैं; और यह भी कि उनके रंगों की इस गहराई का कोई एक सन्तोषजनक स्पष्टीकरण 'लाल-मुड़ावों' की कसौटी पर नहीं हो पाता।

उनकी इस गहरी लालाई का केवल एक ही समाधान हो सकता है; वह यह कि यदि हम यह मान लें कि सुदूर की उन अधिक गहरे लाल रङ्ग की नीहारिकाओं में, पास की नीहारिकाओं की अपेक्षा, अधिक बड़े और अधिक चमकीले "लाल तारों" (the red giants) की बहुतायत है। परन्तु एक मुश्किल और भी है; सुदूर की उन शब्दाकार नीहारिकाओं को हम केवल उनके प्रकाश द्वारा ही देख पाते हैं, और वह प्रकार होते हैं एक या दो अरब वर्ष पुराने। पास की नीहारिकाओं को झलकाने वाले उनके अपने प्रकाश, केवल कुछ दस लाख वर्ष पहिले के ही होते हैं। इस प्रकार मुश्किल यह होती है कि पास

की उन नीहारिकाओं के अपेक्षाकृत बड़ी उम्र के रूपों को ही हम देख पाते हैं; जब कि दूर की उन नीहारिकाओं के बहुत पहिले के और इस कारण उनकी छोटी उम्र के रूप ही हमें आज दिखाई पड़ते हैं। स्पष्ट ही इन हालतों में हम उन दोनों नीहारिका-बगों की एक शुद्ध तुलना नहीं कर सकते। क्योंकि “अति-दैत्य लाल तारे” (the red super giants) अपनी विकास-प्रक्रिया में जल्दी बढ़ते और जल्दी ही जलकर भस्म भी हो जाते हैं, इसलिए अपेक्षाकृत पास की उन नीहारिकाओं में, जो अब तक बूढ़ी हो चुकी होती हैं, वह तारे भी प्रायः पहिले ही खत्म हो चुके होते हैं; जब कि अपेक्षाकृत दूर की नीहारिकाओं में वह तारे आज भी प्रखरता से जलते हुए देखे जाते हैं। पास और दूर की सभी नीहारिकाओं के एक ही साथ और एक ही समय जन्म लेने की अवस्था में उनके रङ्गों में जो आपस में फर्क पड़ता है वह, वास्तव में, उतना ही देखा जाता है। इस कारण यह बात ही ठीक मालूम होती है कि वह सब नीहारिकाएँ एक ही साथ बनी हैं।

इस मत को “महान् विस्फोट मत” (The Big Bang Theory) कहते हैं।

गैमोव के इस मत के विरुद्ध प्रिटेन के कुछ विश्व-वैज्ञानिकों ने अपना एक भिन्न मत प्रस्तुत किया है। इस मत को “निरन्तर निर्माण मत” (The Theory of Continuous Creation) कहते हैं। इस मत के अनुसार यह विश्व हद्योदे की किसी

एक ही चोट में नहीं बन गया है। यह एक “निरन्तर स्थिति-स्थापक” (a “steady state” universe) विश्व है। वास्तव में, इस विश्व के निर्माण का कोई एक निश्चित आदि-काल ही नहीं। इसके निर्माण की प्रक्रिया तो निरन्तर चालू रहती है। अनन्त में (in space) सर्वत्र पदार्थ (matter) का निरन्तर निर्माण होता रहता है और विश्व के निरन्तर आगे बढ़ते रहने (परिच्छेद १२) के कारण होनेवाले नौहारिकाओं के अन्तर्वाती शून्य क्षेत्रों में उस पदार्थ से घन-घन कर नयी-नयी नौहारिकाएँ उन रिक्त जगहों पर आ बैठती हैं।

यही अनायास ही हमें महाभारत-कार महर्षि व्यास का स्मरण हो आता है। अपने इस महान् ग्रन्थ के वन-पर्व में देव-सेनापति कार्तिकेय स्कन्द के जन्म और पराक्रम का वर्णन करते हुए व्यास ने लिखा है :—

अभिजित् स्पर्धमाना तु रोहिण्या अनुजासता ।

इच्छन्ती ज्येष्ठता देवी तपस्तप्तुं वनं गता ॥

तत्र मूढोऽस्मि भद्रं ते नक्षत्रं गगनाच्छ्रुतम् ।

कालं विमर्षं परं स्कन्द मद्युषा सह चिन्तय ॥

एषमुक्ते तु शक्रेण त्रिदिवं कृत्तिका गताः ।

नक्षत्रं सप्तरोषाभं भातितद् वद्विदैवतम् ॥

(म० भा० वन पर्व २३०।८, ९, ११)

अर्थात्; रोहिणी (एक नक्षत्र मण्डल या नौहारिका) की छोटी बहिन अभिजित् देवी (दूसरी एक छोटी नौहारिका)

स्पर्धा के कारण ज्येष्ठता पाने की इच्छा से तपस्या करने के लिए वन में चली गई है (अनन्त में दूर, बहुत दूर, भाग कर due to expansion अब अदृश्य हो गई है)। तुम्हारा कहवाण हो, आकाश से यह एक मक्षत्र च्युत हो गया है; (इसकी पूर्ति कैसे हो ?) इस प्रश्न को लेकर मैं किर्कर्टव्यविमूढ़ हो गया हूँ। स्कन्द ! तुम मझा (पदार्थ matter) के साथ मिल कर इस उत्तम काल (नीहारिका) की पूर्ति के उपायका विचार करो। इन्द्र के ऐसा कहने पर छहों कृत्तिकाएँ (वृष राशि का नीहारिका-गुच्छक) अभिजित् के रिक्त स्थान की पूर्ति करने के लिए आकाश में उस जगह आ बैठी।

भारत के एक दिव्यदृष्टा भूपि-वैज्ञानिक ने आज से हजारों वर्ष पहिले रूपक के अपने एक अमोले ठड्ड पर नीहारिकाओं के दूर भाग कर छुप्त हो जाने (The expanding universe) और उनकी खाली की हुई जगहों पर नव-निर्मित नीहारिकाओं के आ बैठने ("steady state" universe) के इन वैज्ञानिक पहलुओं को कितनी सुन्दर अभिव्यक्ति दी थी। संयुक्त-राष्ट्र अमेरिका के कुछ उल्लेखप्रतिष्ठ ज्योतिर्वैज्ञानिक भी अब इस मतको अपना समर्थन देने लगे हैं। इनमें जैसे एल्० ग्रीन्स्टीन (Jesse L. Greenstein) और विलियम ए. फौलर (William A. Fowler) प्रमुख हैं। इन विद्वानों का कहना है कि 'महान् विस्फोट' (Big Bang) के उक्त मत में (एन्वेलीमैत्र और गैमोव के मत में) कुछ मौलिक कमियाँ हैं। विश्व को बनानेवाले

सभी रासायनिक तत्व यदि 'महान् विस्फोट' की प्रथम और एक मात्र प्रक्रिया में ही बन चुके होते तो विश्व के सभी तारे, अथवा ही तत्वों के एक से मिश्रण के ही बने हुए पावे जाते, परन्तु वास्तव में यह ऐसे हैं नहीं। कुछ तारे तो केवल उद्जन (hydrogen) और हीलियम (helium) तत्वों के ही बने हुए हैं; जब कि दूसरे कुछ तारों के पिण्डों में मध्यम-भार के तत्वों और अधिक भारी तत्वों की काफी बड़ी मात्राएँ देखी जाती हैं। ठीक 'महान् विस्फोट' मत किसी तरह भी इन पिछले तत्वों के तारों की घनावट का कोई एक सन्तोषजनक समाधान नहीं दे पाता।

उनका कहना है कि विशुद्ध उद्जन के बादलों में से ही (विश्व-बादलों The cosmic clouds में से ही; दरावा परिच्छेद), पिछले अरबों वर्षों से, यह विश्व लगातार बनता चला आया है। पुराने तारे, जो इन बादलों से पहिले पड़ जन्मे, एक मात्र उद्जन तत्व के ही बने हुए थे; क्योंकि तब उद्जन के सिवाय कोई और तत्व था भी नहीं। इन तारों के पिण्डों के उद्जन-अणुओं में ज्यों-ज्यों नाभिक प्रतिक्रियाएँ (nuclear reactions) होती गईं, वनमें के कुछ अणु हीलियम तत्व के अणु बनते चले गये और उन्होंने फिर, अपनी भारी में, मध्यम-भार के तत्वों—कार्बन और ऑक्सीजन—को बनाना शुरू किया।

कुछ तारों का यह स्वभाव होता है कि वह अपने चारों ओर

अपने पिण्डों से कुछ द्रव्य-भार फेंकते रहते हैं, मानो वह अपनी बड़ी हुई चर्पी को फाड़ कर अपने आपको हलका कर रहे हों। पुराने तारों में बने हुए वह मिश्र-तत्व इस प्रकार बाहर फेंके जाकर उद्‌जन के उन विश्व-वादलों में ही पनाह लेते गये। धीरे-धीरे उन वादलों में उन मिश्र तत्वों का घुलन होता गया और उस घोल से जो नये तारे बाद में बने वह, स्पष्ट ही एक भिन्न और मिश्रित द्रव्य के थे। उन नव-जात तारों के भीतर अणुओं में जो नाभिक प्रतिक्रियायें होती थी वह भी भिन्न किस्म की हो थी। उन तारों ने भी अपने पिण्डों में और अधिक भारी तत्वों का निर्माण किया और अपने परम्परागत स्थभाव के बराबर होकर उन अधिक भारी तत्वों को अपने चारों ओर वक्त विश्व-वादलों में फेंका। डा० मीन्स्टीन का कहना है कि “लाल दैत्य तारों” (red giant stars) के कुछ गिरोहों के पिण्डों में ऊँचे भार के तत्वों को देखा जाता है; और यह भी कि वह तारे आज भी उन भारी तत्वों को प्रचुरता से बना रहे हैं।

हमारी पृथ्वी अधिकतर मध्यम-भार के तत्वों की बनी हुई है; इस लिए, डा० मीन्स्टीन के अनुसार, पृथ्वी और सूर्य एवं उसके सब ग्रह इस विश्व के इतिहास में काफी समय बाद बने हुए हैं—उस समय जब कि विश्व-सृष्टि की निर्मात्री उस विश्व-गैस में उद्‌जन के साथ-साथ और भी अनेक तत्व घुल मिल गये थे।

लिक वेधशाला (अमेरिका) के ज्योतिर्विद् जार्ज एच्० हर्बिग (George H. Herbig) भी इस मत का ही समर्थन करते हैं। सन् १९३७ ई० में हर्बिग ने ओरायन नीहारिका (orion nebula) के एक छोटे भाग के कुछ फोटो-चित्र लिये। यह नीहारिका हमारी पृथ्वी से १६०० प्रकाश-वर्ष दूर है। उस समय इन चित्रों में केवल तीन धुँधले तारे दिख रहे थे, जो धूल और गैसों के एक बादल में लिपटे हुए थे। सन् १९४६ ई० के आरम्भ में डा० हर्बिग ने उसी क्षेत्र का एक और फोटो-चित्र लिया। इस बार चित्र में ५ तारे दिख पड़े। इन तारों में दो तारे तो नये जन्मे हुए ही मालूम होते हैं। डा० हर्बिग कहते हैं—
 “Our understanding of what is taking place could hardly be more incomplete, but it may be that we have witnessed the opening phase of an episode in stellar evolution” ; अर्थात्, (विश्व में) जो कुछ हो रहा है उसका हमारा ज्ञान बहुत अपूर्ण है। हो सकता है कि तारों के जन्म और विकास के क्रम के एक स्तर का आरम्भ ही हमने देखा हो।

‘निरन्तर-निर्माण’ के इस मत के समर्थक ज्योतिर्विद् यह भी कहते हैं कि नीहारिकाओं के बीच खाली पड़े हुए देश space में नयी और ताजा उद्जन hydrogen का निर्माण अब भी होता रहता है। नीहारिकाएँ ज्यों-ज्यों एक दूसरी से दूर भागती चली जाती हैं, इस ताजा उद्जन से नये तारों की नीहारिकाएँ बनती भी चली जाती हैं।

इस मत के अनुसार सृष्टि-रचना के किसी प्रथम कारण (the first cause) का प्रश्न ही नहीं उठता। विश्व-सृष्टि की रचना अनवरत हो रही है। इसका न कहीं आदि है और न कहीं अन्त।

विश्व की द्रव्य-मात्रा

विश्व की उत्पत्ति और उसके रूप या आकार को जान लेने के बाद हमारी उत्सुकता का मुकाबल सहज ही यह जानने की ओर हो उठता है कि इस भारी-भरकम डीलडौल को बनाने में प्रकृति को कितना मसाला लगाना पड़ा। विश्व की इस द्रव्य मात्रा को विशुद्ध रूप में आँक पाना तो हमारे लिए बिल्कुल असम्भव है, क्योंकि उसकी इस विशाल काया में हमारी अपनी स्थिति महज एक हँ के समान है। हमारे अपने शरीर का एक हँ यदि हमारे समूचे शरीर के बोझ भार को जानने की हिमाकलन करे तो.....

जो हो ; हमने अपने बुद्धिबल से विश्व-वध्य के उद्घाटक कुछ विद्वानों का साक्षात्कार तो कर ही लिया है, जिनमें एक है हमारा गणितशास्त्र। इसका सहारा लेकर हमारे कुछ विद्वानों ने विश्व की द्रव्य-मात्रा (the mass) को कतने की चेष्टाएँ भी की हैं। जिन पर हम अब कुछ प्रकाश डाल रहे हैं।

आइन्स्टीन के सापेक्षवाद ने हमें सुझाया है कि अनन्त देश space में पदार्थ matter के घनत्व और विश्व के आकार-

परिमाण के बीच एक प्राकृतिक सम्बन्ध है। मनुष्य 'देश' में पदार्थ मौजूद है। 'देश' के किसी एक क्षेत्र में मौजूद पदार्थ की मात्रा ही उस क्षेत्र की यकता को निश्चित कर देती है। पदार्थ की एक विगुद्ध रूप में उपयुक्त मात्रा को लेकर समूचे 'देश' की सम्पूर्ण यकता ठीक कतनी होगी कि वह उस 'देश' को एक पूर्ण और असीम विश्व के रूप में चन्द कर दे। वह विश्व, तब, विगुद्ध सन्तुलन में होगा। 'देश' में पदार्थ के एक निश्चित घनत्व को लेकर उस 'देश' का केवल एक ही आकार सम्भव होगा जो पूर्णरूप में सन्तुलित होगा।

आइन्स्टीन ने अनुमान लगाया था कि ज्योतिषिण्डों का समूचा 'देश' space बिल्कुल ऐसा ही होगा। क्योंकि वेधों के द्वारा नीहारिकाओं की औसत द्रव्य-मात्राएँ और उनके (नीहारिकाओं के) बिखराव जाने जा चुके थे, यह सोचा गया कि इस ज्ञान के बल पर सम्भवतः हम विश्व की कुल द्रव्य-मात्रा को भी आँक सकेंगे। नवीनतम आँकड़ों के अनुसार विश्व में कुछ एक खरब नीहारिकाएँ हैं जिनमें से केवल एक करोड़ नीहारिकाओं को हम अपनी दूरबीनों से देख सके हैं।

अपने भीतर उपस्थित पदार्थ के कारण इस प्रकार सन्तुलित और एक निर्दिष्ट स्थिति में ही बने रहने वाले 'देश' (space) की जो तस्वीर आइन्स्टीन ने खींची थी, उसको कुछ वर्षों बाद फ्रीडमैन और लीमैत्रे (Friedmann and Lemaitre) ने फाड़ डाला जब उन्होंने यह सिद्ध कर दिखाया कि इस तस्वीर

में अद्विष्ट रूप-रेखाएँ स्थायी बनी हुई वो रह ही नहीं सकती। उन दोनों के अनुसार सम्पूर्ण 'देश' एक कसकर उमेठी हुई रिंग के समान है। उसके अन्दरूनी पदार्थ द्वारा ही उस पर उसकी बकता धोप दी जाती है। 'देश' के किसी एक खास भाग में यदि उसके अन्दरूनी पदार्थ का घनत्व कम हो जाय तो उस भाग का कसाव ढोला होने लगेगा। उसी प्रकार 'देश' के एक भाग का पदार्थ यदि उसके (देश के) किसी दूसरे भाग में चला जाय, तो दोनों ही भागों की बकताएँ भी बदल जावेंगी और विश्व तब अपने सन्तुलन को बनाये नहीं रख सकेगा। पदार्थ के इस प्रकार स्थान बदलने के कारण जो नयी शक्तियाँ विश्व के अखाड़े में उतर पड़ेंगी वह या तो उसके मौलिक सन्तुलन को पुनः स्थापित कर देंगी या उसके वर्तमान असन्तुलन को और अधिक बढ़ा देंगी।

फ्रीडमैन और लीमैत्र ने सिद्ध कर दिखाया कि वह नयी शक्तियाँ पिछला काम ही करेंगी—असन्तुलन को और अधिक बढ़ा देंगी। इस निष्कर्ष ने आइन्स्टीन की मान्यता को एक घातक धक्का दिया। आइन्स्टीन द्वारा प्रतिपादित विश्व अपने आप में बन्द परन्तु सीमा-रहित था और उसका वह रूप स्थायी बना रहता था। फ्रीडमैन और लीमैत्र के उक्त निष्कर्ष ने विश्व के रूप को अस्थायी बना डाला। एक अस्थायी विश्व का 'देश', अपनी स्वतन्त्र हालत में, निश्चय ही या तो दूर दूर बढ़ता होगा या अपने आप में सिकुड़ता जावेगा। इसके पहिले

क जगत् है एतद्वा एव तेनो ब्रह्मवाक्वाचो मे से किसी एक को ब्रह्म ब्रह्मते तेनो वाच्ये विजन्तु को दूरबीन ने अपना प्रकाश बिखेर दे रहा कि यह ब्रह्म को देखते हुए विश्व-जगत् नहीं है कि तेनो (ब्रह्म) ब्रह्म ने दूर-दूर पार की ओर खड़े हो कर ही ओर खड़े अति-कार्मिक बढ़ते हुए वेग के साक्ष्य छोड़े।

१५ वरे एव एतद्वा ब्रह्म दूर विश्व के चित्र को ही प्रकाशित करते ही ब्रह्मवाच्य के मुकामे हुए प्राकृतिक सम्बन्ध-बिम्ब के एक एक छोटे कर आते हैं, जो जगत् एक और ही प्रकाश के अन्तर्गत होते हैं। यह दूसरा सम्बन्ध होगा : ओर (ब्रह्म) के दूर-प्रकाश के वेग विश्व के दूर के अन्तर्गत सम्बन्ध के अन्तर्गत हैं और इस प्रकार प्रकाश रूप में : ब्रह्म के अन्तर्गत रहने के साथ वेग हुए हैं। जब इन पदार्थ के ओर-दूर-प्रकाश के उच्च वेगों के अन्तर्गत पदार्थ को आँक लेते हैं जो वह अन्तर्गत के प्रकाश में विश्व की समूची ब्रह्म-वाक्वा की एक सम्बन्ध-रूप को आँक सकते हैं जो केवल एक ही होगी। अन्तर्गत दूर-प्रकाश की साक्षी के आधार पर हम कह सकते हैं कि विश्व की कुछ ब्रह्म-वाक्वा (mass) 10° (दश की संख्या के अन्तर्गत दश विन्दु और) हाइड्रोजन अणु हैं। इस बात को हम कह सकते हैं कि विश्व को बनाने में 10° प्रोटन और न्यूट्रॉन लगाये गये हैं। वेधों की भूल-चूक की गुंजाइश है।

चाहे जो हो, यह संख्या बहुत बहुत बड़ी है। इतनी बड़ी संख्या को देखकर हमें अचरज तो जरूर होता है कि विश्व को बनाने के इस मसाले को प्रकृति ने इतने अलग अलग सूक्ष्म-कणों में क्यों तोड़ा। हमको यह जानने की उत्सुकता और भी होती है कि इस संख्या का अन्तिम स्पष्टीकरण क्या है—प्रकृतिने इसी एक खास संख्या को क्यों चुना ?

सर आर्थर एडिङ्गटन (Sir Arthur Eddington) ने इस संख्या के स्पष्टीकरण में कुछ रोचक सुझाव देने का प्रयास तो जरूर किया है। उनका विश्वास है कि प्रकृति के विधान में यह एक अनिवार्य संख्या है—एक आवश्यकता है जो टाली ही नहीं जा सकती। उनके अनुसार यह संख्या एक विशुद्ध गणितीय स्थिर (constant) है। यह एक ऐसी संख्या है जो स्वयं प्रकृति के स्वभाव में ही अन्तर्निहित है। उन्होंने गणित के अनेक धर्मसाध्य प्रयोगों के द्वारा इस संख्या का एक शुद्ध मान बतलाया है जो 1×10^{26} है जिसका और अधिक स्पष्टमान 1.1×10^{26} तो निश्चय ही उतना है जितना कि हमारी दूरबीनें ज्योतिषिण्डों के विश्व का वेध कर चुकने पर हमें बतलाती हैं।

यहाँ पर हम एक बात स्पष्ट कर देना चाहते हैं। अपने गणितीय प्रयोगों की शुरुआत में एडिङ्गटन यही मान कर चले थे कि विश्व केवल कणों का ही बना हुआ है। परन्तु जब प्लांक और बोहर (Planck and Bohr) ने यह प्रमाणित किया कि

पदार्थ अपने मूलरूप में कण भी है और तरङ्ग (wave) भी, तब जाकर एडिङ्गटन को यह भान हुआ कि पदार्थके केवल कण-रूप को ही अपने प्रयोगों का आधार बना, वह विश्व-प्रकृति के अपने विश्लेषण में एक भारी गलती कर बैठेगे । तब तो विश्व-प्रकृति का यह सनातन अटूट सूत्र (continuity) ही गायब हो जायगा ; सभी कण एक दूसरे से स्वतन्त्र और भिन्न जो होते हैं । एडिङ्गटन, तब यह मानने लगे कि कुछ अर्थों के लिए तो पदार्थ के तरङ्ग-रूप को मानना ही सुविधाजनक होगा जब कि कुछ अन्य अर्थों के लिए उसके कण-रूप को । जो कुछ हो ; विश्व को कणों का बना हुआ मानना भी अनेक सम्भव दृष्टि कोणों में से एक दृष्टिकोण है और एडिङ्गटन के मतानुसार इस दृष्टिकोण को अपनाने का एक परिणाम तो यही होगा कि हमें वाध्य होकर यही मानना होगा कि विश्व के निर्माण में 10^{10} प्रोटोनकण और उतने ही एलेक्ट्रॉनकण लगाये गये हैं । किसी अन्य संख्या को अपनाना महज एक तार्किक अन्तर्विरोध में फँसना ही होगा ।

एडिङ्गटन की सुझाई हुई यह संख्या विश्वकी द्रव्यमात्रा का चाहे एक शुद्ध आँकड़ा न दे सकती हो, फिर भी विश्व-प्रकृति के अनेक क्रियाकलापों में इस संख्या को हम प्रमुख भाग लेते हुए देखते तो हैं । गणित-शास्त्र की विचार-धारा के लिए तो यह कोई अपरिचित संख्या नहीं है और खासकर इस संख्या का वर्णन जिसका मान है - $10^{10} = 3 \times 10^{10}$

सर जेम्स जीन्स ने सन् १९४४ ई० में आफसफोर्ड विश्व-विद्यालय में कुछ व्याख्यान दिए थे; उनमें एक जगह उन्होंने बड़े सुन्दर ढङ्ग पर अनेक उदाहरणों द्वारा बतलाया था कि उक्त संख्या की यह वर्णमूल संख्या विश्व-प्रकृति की कितनी प्रियपात्र है। हम यहाँ पर उनमें से कुछ रोचक उदाहरणों को उद्धृत करते हैं।

पृथ्वी पर अपने दैनिक व्यवहारों में हम शक्ति *Force* का मान बताने के लिये एक पाउण्ड अथवा एक ग्रैम (a gram) की इकाई का उपयोग करते हैं। परन्तु यह इकाइयाँ तो हम मनुष्यों की अपनी कल्पित चीजें हैं; अथवा हम यों भी कह सकते हैं कि जिस ग्रह (पृथ्वी) पर हम रह रहे हैं, उसके कुछ आकस्मिक गुणों के आधार पर ही हमने इन इकाइयों की कल्पना कर ली है। भौतिक विज्ञान हमें शक्ति के मान की एक ऐसी इकाई दे देता है जो मानवी रिवाजों से स्वतन्त्र है और, इस कारण, पृथ्वी के बाहर मङ्गल ग्रह पर अथवा लुब्धकतारे (sirius) पर भी वह उतनी ही कारगर और सत्य होगी, जितनी हमारी पृथ्वी पर। यह इकाई है: एक हाइड्रोजन-अणु के एलेक्ट्रॉन और प्रोटॉन के बीच वैद्युतिक आकर्षण। नक्षत्र-विज्ञान भी शक्ति के मान की एक ऐसी ही विश्व-इकाई देता है जो है—उक्त दोनों कणों का पारस्परिक गुरुत्वाकर्षण। प्रायः ही यह देखा गया है कि शक्ति के माप की यह दोनों ही विश्व-इकाइयाँ कितनी असमान हैं;—उनका आपसी अनुपात करीब 2.3×10^{16} है। यह

अनुपात एक ऐसी विशुद्ध संख्या है जो स्वयं विश्व-प्रकृति में अन्तर्निहित एक "स्थिर" (constant) है और इसका स्पष्ट मान बहुत कुछ एडिङ्गटन के उक्त वर्गमूल $\sqrt{10^{10}} = 3.16 \times 10^5$ के आसपास है।

लम्बाई के मापों की भी यही स्थिति है। हम मनुष्य तो लम्बाई को फीटों और सेन्टीमीटरों की इकाइयों में नापते हैं। भौतिक-विज्ञान की लम्बाई नापने की प्राकृतिक इकाई है : एक एलेक्ट्रॉन कण का तथा-कथित अर्ध-व्यास (radius) जो लगभग 2×10^{-10} सेन्टीमीटर है। यहाँ पर 10^{-10} का मतलब होगा संख्या १० का वह भाग जो उसको १० के आगे १३ शून्य-चिन्नु लगाने पर पनी संख्या से भाग देने पर निकले। नक्षत्र-विज्ञान की लम्बाई नापने की इकाई होगी—एक ऐसे विश्व का अर्ध-व्यास जो वर्तमान विश्व के समूचे पदार्थ को एक सन्तुलन में रख सके। यही भी हम वही बात देखते हैं ; भौतिक-विज्ञान और नक्षत्र-विज्ञान की यह दोनों ही इकाइयाँ मोटे तौर पर असमान हैं और उनका आपसी अनुपात है लगभग 5×10^5 ।

काल के मापों की भी यही हालत है। हम मनुष्य तो 'एक दिन' और 'एक वर्ष' की इकाइयों में काल का मान बतलाते हैं, परन्तु प्रकृति ने इस कामटूके लिये विश्व-महत्त्व की एक और ही अपना रखी है। यह इकाई है : विश्व की उत्पत्ति के आत्र सबसे अधिक दूर भागी हुई नीहारिकाओं की ५५। यह एक विश्व-महत्त्वकी इकाई है ; विश्व में हम

चाहे जहाँ रहें, इस इकाईका केवल एक ही अर्थ होगा। भौतिक-विज्ञान भी अपनी एक ऐसी ही प्राकृतिक इकाई देता है—प्रकारा को एक एलेक्ट्रॉन कण के आरपार सफर करने में लगा हुआ समय जो लगभग 1.3×10^{-10} सेकण्ड है। नक्षत्र-विज्ञान और भौतिक विज्ञान की इन दोनों प्राकृतिक इकाइयों का आपसी अनुपात 8.2×10^6 है जो लम्बाई नापने की उक्त दोनों प्राकृतिक इकाइयों के आपसी अनुपात 4.0×10^6 (इसका उल्लेख हम ऊपर कर आये हैं) के बहुत नजदीक है।

इन दोनों अनुपातों की नजदीकी समानता आकस्मिक नहीं है; दूर-दूर बढ़ते हुए विश्व का सिद्धान्त ही यह बतलाता है कि इन दोनों अनुपातों में पहिला अनुपात उस दूसरे अनुपात का $2\sqrt{2}$ गुना होगा। यह बात कितनी अनोखी सी लगती है कि विश्व-प्रकृति लम्बाई नापने की दो ऐसी असमान इकाइयों और काल को नापने की दो ऐसी असमान इकाइयों को काम में लेती है। हमारा अचरज तब और भी बढ़ जाता है जब हम यह देखते हैं कि उन दोनों असमान इकाइयों के आपसी अनुपात आखिर एक दूसरे से मिलते जुलते से हैं। यदि हम सात फीट लम्बे दो मनुष्यों को एक ही घर से निकल कर बाहर आते हुए देखें तो सम्भवतः हम यही धारणा बनावेंगे कि वह दोनों एक दूसरे के भाई हैं। इस दृष्टान्त के आधार पर हम यह तो सोच ही सकते हैं कि उन दोनों बड़े अनुपातों की चिरालता और

प्रायिक समता का कोई एक ही मूल कारण है, एक ऐसा कारण जो प्रकृति की योजना में ही अन्तर्निहित है।

सर जेम्स जोन्स के मत में यह मूल कारण दूर बढ़ते हुए विश्व की कल्पना में निहित है।

सोलहवाँ परिच्छेद स्थूल विश्व का सिंहावलोकन

हमारे सामने से अनेक गवाह गुजर चुके हैं। उनकी ही हुई शहादतों को हमने दर्ज भी कर लिया है। सवाल जो हमारे सामने उठाये गये थे, वह यह थे कि ; विश्व का विस्तार कितना है ? इसका आकार और रूप कैसा है ? इसकी उत्पत्ति कैसे हुई ? इसके समूचे विस्तार में कौन-कौन अवयव हैं ? उन शहादतों के आधार पर, और उनकी काफी छानबीन और जाँच-पड़ताल करने के बाद, हम यथास्थान, उन प्रश्नों के हाथों हाथ उत्तर भी देते आये हैं। परन्तु, उन सब गवाहों के बाद, एक गवाह और आ खड़ा है जिसने अपनी शहादत में ऐसी कुछ नयी और अप्रत्याशित बातें बताई हैं कि उनको मुनकर हमें अपने पुराने फेसलों या उत्तरों पर कुछ सन्देह-सा होने लगा है। यह गवाह है ; सापेक्षवाद। अच्छा होगा कि हम, एक बार फिर से, हमारे उन पहिले के उत्तरों को जाँच लें।

निवृत्ती ; परन्तु इस यान से कोई ग्रास कर्क न पड़ा । मूल धोर उगके पक्षों में "देश" की मोड़ देने की जो अपनी शक्तियाँ हैं, उनकी अपेक्षा प्रकाश का वेग इतना ज्यादा है कि उनका यह मुड़ाव या घटना सौर-मण्डलमें विलुप्त नगण्य है—उनका कोई प्रत्यक्ष प्रभाव दिखने में नहीं आता ।

सौर-मण्डल के आगे निकलने पर ही प्रकाश की इन वक्रता का कुछ स्पष्ट आभास मिलना है । यह तो हम ज्ञान ही चुके हैं कि किसी एक तारे का आता हुआ प्रकाश, सूर्य के नजदीक से गुजरते समय, काफी मुड़ जाता है; इस मुड़ाव को हम देख भी चुके हैं । धारणा की जायगी है कि प्रकाश जब किसी भी तारे के निकट से गुजरता है तो, वही भी, ऐसा ही मुड़ाव ले लेता है । सहज ही प्रश्न किया जा सकता है कि क्या ऐसे किसी प्रभाव ने, तारों के पास प्रकाश के मुड़ाव ने,—उनके लम्बनों की हमारी मापों को दूषित तो नहीं कर दिया है ? लम्बनों के मापों पर ही हमने तारोंकी दूरियाँ निकाली थीं । यही भी हमें आश्वासन मिल जाता है; ऐसा कोई प्रभाव इन मापों को दूषित नहीं कर सका है । एक तारे के आते हुए प्रकाश पर लादी गई ऐसी कोई घक्रता, पृथ्वी की अपनी कक्षापर सभी स्थितियों में, एक-सी ही होती है ; और सूर्य के चारों ओर पृथ्वी के भ्रमण के कारण होने वाले लम्बनों के मुड़ाव भी ठीक उतनी ही मात्रा में होते हैं; अले ही प्रकाश का मार्ग बक हो या सीधा ।

यह ठीक ; परन्तु स्वयं अपने आप में ही वन्द "देश"

(closed space) की सामान्य-चक्रता का भी, उन लम्बनों पर, क्या कोई प्रभाव न होगा ? यह सामान्य-चक्रता, यदि उसका अस्तित्व हो तो, समूचे विश्व का ही अपना निजी गुण होगी। आइन्स्टीन के मतानुसार प्रत्येक नीहारिका की अपनी सीमाओं के भीतर, वह सामान्य-चक्रता, उस नीहारिका को बनाने वाले द्रव्य द्वारा बहुत ही कम कर दी जायगी। वह नीहारिका भी स्वयं अपनी एक निजी (local) चक्रता बनाती है और उसकी यह निजी चक्रता, "देश" की उस सामान्य-चक्रता की अपेक्षा, हमारा ध्यान अपनी ओर उठावा लीयेगी। एक पक्षे गुर्यारे की सतह पर पड़ी हुई छोटी और बालू भूरियों से हम उनकी समता कर सकते हैं। आकाश-गंगा के भीतर के लिए हुए हमारे नावों पर उन निजी चक्रताओं का ही अब कोई असर नहीं दिख पड़ता तो बहुत ही हलकी सामान्य-चक्रता का असर तो होगा ही क्या ?

। जो कुछ हो ; बहुत दूर की नीहारिकाओं के देशों की हमने ऊपर जो व्याख्या की है, उस पर तो "अपने आप में बन्द देश" की वह सामान्य-चक्रता" पूरा प्रभाव डालेगी ही। परन्तु आज तक हम अनन्त के त्रितने भाग को देख सके हैं, वह तो इतना छोटा है कि हमें ऐसी चक्रता के कोई चिह्न अब तक तो नहीं दिख पड़े हैं।

एक प्रश्न और भी किया जा ...
 तारों के वर्णपटों में देखे गये

विश्वासपूर्ण मुद्रा में, डोपलर के सिद्धान्त के अनुसार होने वाले प्रभाव कहे हैं। इन मुद्राओं के द्वारा जानी गई दृष्टि-रेखा-गति (जो पिण्ड हमारी दृष्टि की ही सीधी रेखा में आगे की ओर भाग रहा हो उसकी गति) का हमने, बहुत बार तो, पिण्डों की दूरियाँ जानने में उपयोग भी किया है। प्रश्न होगा कि यदि हमारी आकाश-गंगा या “स्थानीय गुच्छक” से भी बहुत दूर की नीहारिकाओं की प्रकाश-किरणों के मुड़ाव दृष्टि-रेखा-गति के कारण हुए सिद्ध न हों, तो आकाश-गंगा के भीतर पाए जाने वाले मुड़ावों की हमारी की हुई व्याख्या क्या सन्देहास्पद न हो चलेगी ?

इस प्रश्न के उत्तर में यह कहा जा सकता है कि उन नीहारिकाओं की रेखाओं के ‘छाल-मुड़ाव’ उनकी दूर भागने की गति के कारण हैं—इस बात पर सिर्फ एक ही कारण को लेकर सन्देह किया जा सकता है। वह कारण यह है कि वह ‘मुड़ाव’ आकाश-गंगा में पाए गये मुड़ावों की तरह नहीं है; अपनी मात्राओं में भी वह मुड़ाव आकाश-गंगा के मुड़ावों से बड़े हैं; सब के सब एक ही तरफ (छाल छोड़ की तरफ) हैं और इन पिण्डों की दूरियों के साथ उनका एक तरतीबदार सम्बन्ध भी है। यह सब ऐसे पक्ष हैं जो शायद अन्त में आगे जाकर अपने स्पष्टीकरण के लिए, गति के सिवाय, कोई और ही कैकियत माँगने लगेंगे।

आकाश-गंगा के अपेक्षाकृत छोटे आकार में तो यह पक्ष

अनुपस्थित पाए गये हैं और इसलिए कोई ऐसा कारण नहीं दिखाई देता जिससे हम यह सन्देह करें कि आकाश-गंगा के तारों के वर्णपटों में पाए जाने वाले मुड़ाव, डोपलर के सिद्धान्त के प्रभाव नहीं हैं। दूसरे कुछ अन्य वेध भी इस व्याख्या को पुष्टि देते हैं इसलिए हमें विश्वास है कि डोपलर के “मुड़ावों के सिद्धान्त” पर आधारित यह दूरियाँ एक स्वयं सुव्यवस्थित योजना में अपना उचित स्थान ही ग्रहण करती हैं।

स्थूल भौतिक विश्व के इस प्रसङ्ग को समाप्त करने के पहिले हम एक बात और कह देना चाहते हैं। सच ही, देश बक्र है और इस कारण अपने आप में ही बन्द (closed) भी है—वह पूर्ण और असीम भी है—तो, एक सिद्धान्त के रूप में तो, यह सम्भव है कि उसका कोई एक पिण्ड दो बार देखा जा सके। पृथ्वी की सतह पर—क्योंकि पृथ्वी ठीक ऐसी ही है (अपने आप में ही बन्द और बक्र)—खड़े किए गये एक बेतार-ध्वनिक्षेपक (a wireless transmitter), जो सभी दिशाओं में ध्वनि को प्रक्षेप कर रहा हो, की प्रसारित ध्वनि को दो बार पकड़ा जा सकता है। पृथ्वी के वायु-मण्डल में ऊपर आयोन-क्षेत्र ionosphere (वायु-मण्डल का वह क्षेत्र जहाँ ऐसे विद्युत्-न्मय कण रहते हैं जो एक ‘न्यूट्रन’-अणु अथवा अणुओं में होने वाली एक या दो एलेक्ट्रन-कण या कणों की हानि या वृद्धि के कारण उत्पन्न होते हैं) हैं और उस क्षेत्र से परावर्तित होकर यह ध्वनि-प्रसरण (sound radiation) पृथ्वी की वक्रता के पीछे चल-

क्योंकि इन दोनों ही प्रतिबिम्बों में से एक प्रतिबिम्ब तो उस नीहारिका के मामने की सतह का होगा और दूसरा होगा उसके पीछे की सतह का, उसकी पीठ का। जो हों, प्रयोग तो अनेक बार दुहराये जायेंगे ही और इस प्रकार इन प्रतिबिम्बों के अनेक जोड़े भी हमें प्राप्त होंगे ही; तब जाकर एक काफ़ी पुरा सबूत मिल भी सकेगा जिसके बल पर हम इस विषय में कोई निजंय भी दे सकेंगे। भय तो यह है कि इस प्रकार के प्रतिबिम्ब शायद हमें मिल ही न सकें; 'देस' की वक़्ता का अर्ध-व्याप्त सम्भवतः इतना बड़ा हो कि दूसरी ओर से आनेवाला एक प्रतिबिम्ब हम तक कभी पहुँच ही न पावे।

हमारी दूरबीनें जिस विश्व की झलक हमें देती हैं, वह एक अनोखा विश्व है। इसके माप-दण्ड (scale) को कल्पनाका विषय बनाने में हम मनुष्यों के शब्द बिल्कुल असमर्थ हैं। यह कहना कि यह (विश्व) विशाल और बृहदाकार है, विषय के महत्व को बिल्कुल ही कम कर देना है। हमारे सभी शब्द, पृथ्वी पर ही व्यवहार में लाने के लिए गढ़े गये हैं और यह दोनों शब्द, 'विशाल' और 'बृहदाकार' भी ऐसे ही हैं। पर्वतों और महासागरों को लेकर इनका प्रयोग सार्थक और संगत है, परन्तु नीहारिकाओं की जमातों के वर्णन में तो यह पंगु और अर्थहीन से हैं। सच तो यह है कि इस वर्णन को एक शुद्ध रूप देने के लिए हमारे शब्द-कोशों में कोई शब्द ही नहीं है। हमने विश्व का शब्दमय चित्र तो जरूर खींचा है, परन्तु हमारे अपने

शब्दों की निर्यलता के कारण उसका शुद्ध चित्रण नहीं कर सके हैं—और यह है भी असम्भव ही ।

पृथ्वी को उसके स्थान पर रखकर देखने से हम विश्व के माप-दण्ड का कुछ आभास पा सकेंगे । यदि हम अपनी कल्पना के सहारे अनन्त में सफर करें और अपने साथ, आज की बड़ी-से-बड़ी एक दूरबीन ले लें और उससे देखते चलें तो, हमारे सबसे निकट के तारे तक पहुँचने के बहुत पहिले ही, पृथ्वी तो हमें दिखने से रह जायगी । जब तक हम आकाश गङ्गा के व्यास (diameter) के दशवें भाग तक पहुँचेंगे, इस दूरबीन के जरिये, सूर्य को देख तो पावेंगे, परन्तु यदि हम दमभर के लिए भी गफलत कर देंगे और सूर्य पर जमी हुई हमारी दृष्टि को महज एक ही बार झपकने देंगे तो फिर से उसे कभी पहिचान ही नहीं पावेंगे । इसको (सूर्य) फिर से पहिचानने की हमारी चेष्टाएँ वैसी ही होंगी जैसी कि घास के एक बड़े खेत में एक विनके को खोज पाने की ।

जब हम बड़ी नीहारिकाओं में, हमारे सबसे अधिक निकट की एक नीहारिका तक जा पहुँचेंगे तो हमारी दूरबीन सूर्य को दिखाना भी बन्द कर देगी । सूर्य के चारों ओर के अनन्त के क्षेत्र को तो हम तब भी देखेंगे जो मन्द प्रकाश के एक कुदरे की तरह दिख पड़ेगा और हम यह भी जानते रहेंगे कि इस मन्द प्रकाश में हमारे सूर्य की भी अपनी मामूली सी कुछ देन है, परन्तु हमारी पृथ्वी के विषय में तो कुछ सोच पाना भी मुश्किल

हो पड़ेगा—कितना नगण्य छोटा-सा धम्मा है हमारी यह दुनियाँ
अनन्त के इस चित्र में !

आशा है, अनन्त की इस यात्रा ने हमारे 'अहम्' को काट-
छाँट कर, अब उचित कदमों पर दिया होगा। हमसब का
'अहम्' जो भले ही ऐसा न हुआ हो, परन्तु सृष्टि-वैज्ञानिकों का
मिथ्याभिमान तो काफ़ूर हो चुका है और उसकी जगह ठे छी है
कुछ दुविधाओं ने। अपनी ज्ञान-यात्रा में उन्होंने जो कुछ भी
देखा था और उनके जो कुछ भी मतलब निकाले थे, स्वयं उनकी
सच्चाई पर ही आज उनको सन्देह होने लगा है। बाहर की
ओर दूर दूर भागनेवाली आकाश-गंगाओं और इस कारण
पेछते हुए 'देरा' के धुँधले परन्तु सन्देह-भरे दर्यों ने उनकी कल्प-
नाओं पर इतना जोरदार हमला किया है कि वह अपने ही लिए
हुए आकाशीय वेधों के पेचीदा रूपों और उनके आधारभूत
तथ्यों को भी सन्देह की नज़र से देखने लगे हैं। परन्तु इतना
होने पर भी, उनकी बड़ी-बड़ी दूरबीनों ने प्रकाश की जिन
धुँधली धमकों को पकड़ कर उन्हें दिखाया है और वर्णपट-
दर्शकों ने जिन 'लाल-मुड़ावों' को उनके सामने ला रखा है,
उन सबके सन्तोषजनक स्पष्टीकरण का कोई दूसरा रास्ता भी
तो उन्हें नहीं सूझता।

कुछ कम सौ वर्षों पहिले तक वैज्ञानिकों को पूरा-पूरा यकीन
हो चुका था कि उनको अब और कुछ भी करने की बाकी नहीं
रह गया है, सिवाय इसके कि वह नाप-जोख की प्रक्रिया को

जरा और सही रूप दे दें। उनको यह दृढ़ विश्वास हो चुका था कि विश्व-प्रकृति का कोई भी क्रिया-कलाप और व्यवहार ऐसा नहीं है जिसे वह गति-विज्ञान के नियमों (the mechanical laws) में व्यक्त न कर सकें और न्यूटन के सुन्दर समीकरणों में जिसकी सही व्याख्या न कर सकें। जिन दो घटनाओं ने उनके इस सुन्दर स्थान को भङ्ग कर डाला, वह थी सापेक्षवाद का विकास और आणविक विज्ञान की प्रगति।

आज तो स्थिति यह है कि आधुनिक भौतिक-विज्ञान ने, अपने भिन्न-भिन्न क्षेत्रों में, मनुष्य को जितनी महान ज्ञान-राशियाँ दी हैं, उतना ही उसने उसको (मनुष्य) अपने अस्तित्व की उलझनों में भी डाल दिया है। जिस संसार में वह रहता पड़ा थाया है उसके प्रति मनुष्य के दृष्टि-बिन्दु में नये और परस्पर विरोधी पहलुओं, ध्वनिधियों और दुविधाओं को भर दिया है। 'लन्दन एसोसिएशन आफ श्वाइनियर्स' के एक भोजके अवसर पर, मार्च सन् १९५५ ई० को भाषण देते हुए ब्रिटिश वैज्ञानिक प्रोफेसर ए० एम्० लो Prof. A. M. Low ने कहा था; "I am, often, asked what I think is the greatest discovery of the age. I, always, say that the greatest discovery is that we know practically nothing about anything. Never forget, how little we know." अर्थात् मुझसे प्रायः पूछा जाता है कि मेरी राय में आज के जमाने की सबसे बड़ी

खोज क्या है ? मैं हमेशा यही कहता रहता हूँ कि मेरी राय में इस जमाने की सबसे बड़ी खोज है यह बात कि किसी भी वस्तु के विषय में हम, करीब-करीब कुछ भी नहीं जानते। यह न भूलो कि हम कितना कम जानते हैं। एक शायर ने क्या खूब कहा है :—

जाना था कि इत्म से कुछ जानेंगे।

जाना तो यही जाना कि कुछ भी न जाना ॥

आज के नये विज्ञान में यह बात साफ हो गई है कि मात्रा (mass) और शक्ति (energy) दोनों एक ही चीज हैं और मात्रा को शक्ति में परिणत किया जा सकता है। इसी तरह यह भी स्पष्ट हो गया है कि दूर बाहर के विश्व-प्रक्षाल की विशाल और रहस्यमयी गहराइयों में देश (space) और काल (time) को एक दूसरे से अलग करके नहीं देखा जा सकता। अपनी अपूर्ण और अध-कशी धारणाओं के बोझ भार से लड़े हुए, और अपनी इन्द्रियों के घने कठपरे में बन्द रह कर हम मनुष्य, उस सान्ध्य प्रकाश में जो हमारे दोनों ही अन्तिम क्षितिजों को धुँधला किए हुए है, इधर-उधर हाथ-पांव मार कर सिर्फ टटोल भर सकते हैं—एक ओर तो आदिम-कणों (elementary particles) का अलक्ष्य विश्व और दूसरी ओर 'देश' और 'काल' का असीम विश्व। क्या कभी हम दोनों ही ओर के इन क्षितिजों के पार, आगे, जा सकेंगे ? इस प्रश्न का उत्तर, सिर्फ, आशा में तो दिया जा सकता है, परन्तु

विश्वास में तो हर्गिज नहीं। पाल Paul के शब्दों में, "We know in part and we prophesy in part, Now we see through a glass, darkly." कुछ अंशों में ही हम जान सकते हैं और कुछ अंशों में ही प्राक्कथन भी कर सकते हैं। आज तो, हम एक काँच में से देखते हैं, महज अन्धकार।

एक प्रश्न हमारे सामने और भी है; यदि इस विश्व की रचना में, उस सिरजनहार का कोई उद्देश्य रहा भी हो तो, वह उद्देश्य कहाँ तक हमें—मनुष्यों को—पूँता है? प्रश्न अत्यन्त रोचक और उपादेय है और उतनी ही रोचक और उपादेय होगी इसकी मीमांसा। परन्तु यह प्रश्न एक तिराहे पर खड़ा है जहाँ विज्ञान, दर्शन और धर्म के, अलग-अलग बँटे हुए, क्षेत्रों की सीमाएँ एक दूसरी में आ मिली हैं। स्वयं इस प्रश्न का भुकाव भी दर्शन और धर्म के क्षेत्रों में है, इस लिए बेहतर होगा कि इसको अपने प्रश्न-चिह्न के परिधान में ही रहने दिया जाय।



सत्रहवाँ परिच्छेद

अणुओं का सूक्ष्म-विश्व

हमारी आँखों के आगे हमेशा, रात दिन, विश्व का जो स्थूल, भौतिक और महान् स्वरूप बिखरा पड़ा रहता है उसकी, अपने आप में सम्पूर्ण, रूप-रेखाएँ तो हम खींच चुके। उसके विषय में हमारा-हमारे वैज्ञानिकों का-ज्ञान आज जिस स्तर पर आ पहुँचा है, उस स्तर को अपना आधार बना कर ही यह प्रयास किया गया है। परन्तु यह तो तस्वीर का एक ही रुख है; और इसको ही देख कर हम यदि यह मान कर सन्तोष कर लें कि इस विश्व के स्वरूप को हम एक पूरी मज़क से चुके, तो यह एक मौलिक गलती ही होगी जो हमारे ज्ञान को अधूरा और एकाङ्गी बना कर रख देगी।

विश्व की इस तस्वीर का एक रुख और भी है; या यों कह सकते हैं कि, इस तस्वीर की सभी छोटी बड़ी रेखाओं के सूक्ष्म बिन्दु-‘अणु’-के भीतर इस विश्व का एक दूसरा स्वरूप, अपनी निराळी शान में, गिरक रहा है। स्थूल और सूक्ष्म, महान् और अणु-यह दोनों रुख मिल कर ही विश्व का एक सम्पूर्ण रूप बनाते हैं। यह दोनों ही एक दूसरे के पूरक हैं—महान् के विघटन-से सूक्ष्म बनता है और सूक्ष्म के विकास का चरम

परिणाम ही महान् है। यह दोनों ही परस्पर-साक्षेप हैं; एक के बिना दूसरे की कल्पना भी करना असम्भव है। निरन्तर बहने वाला यह एक ही चक्र है जिसमें इन दोनों की अलग-अलग कोई सीमा-रेखाएँ देख पाना नितान्त असम्भव है।

स्थूल विश्व की सबसे निचली, और सूक्ष्म विश्वके सिरे की, कड़ी को एक 'अणु' (an atom) कहते हैं। आज हम अच्छी तरह जान गये हैं कि स्थूल विश्व का समूचा द्रव्य या पदार्थ अणुओं का ही बना हुआ है। रासायनिक तत्वों (elements) की छोटी से छोटी अन्तिम इकाई एक "अणु" ही है। होने को तो 'अणु' से हमारा-मनुष्य का—बहुत पुराना परिचय है; क्योंकि भारत के एक ऋषि, वैशेषिक-दर्शन के प्रवर्तक, कणाद ने सृष्टि के मूल में 'अणुओं' को ही माना था। यूरोप में भी, ग्रीक संस्कृति के स्वर्ण युग में, डिमोक्रिटस नामक एक दार्शनिक का भी यही मत था। परन्तु यान्त्रिक साधनों के अभाव में न तो कणाद और न डिमोक्रिटस ही यह जान पाये कि अणु को भी तोड़ा जा सकता है और इस कारण विश्व-सृष्टि की यह मौलिक इकाई नहीं है। कणाद और डिमोक्रिटस के बाद हजारों वर्षों का एक लम्बा अर्सा गुजर गया जिसमें किसी भी दार्शनिक या वैज्ञानिक ने 'अणु' की कोई खोज खबर ही न ली। वह लार्ड रदरफोर्ड ही थे जिन्होंने सन् १९०५ ई० में 'अणु' को मानों सोतेसे जगाया। पूरे दो युगों तक वह अणुओं का अध्ययन और उन पर वैज्ञानिक प्रयोग करते रहे। सन् १९३० ई० में

उन्होंने, एक सिद्धान्त के रूप में, यह घोषणा की कि एक 'अणु' के भी विभाग किए जा सकते हैं। 'रेडियम' की खोज होने के पहिले तक एक अणु को, व्यावहारिक रूप में, अविभाज्य और अपरिवर्तनशील ही माना जाता था। रेडियम ने ही अणुके रहस्य भरे उद्गर में प्रवेश करने के पहिले सूर्य दिए। इन सूर्यों को लेकर, इस दिशा में, बड़ी सरगामी के साथ, वैज्ञानिक लोमें चल पड़े। तब जाकर यह व्यावहारिक क्रिया, जिसे हम आज 'अणु-विघटन' (atom splitting) कहते हैं, सम्भव हो सकी। इस क्रिया के सामने मजबूर होकर अणु अपने शरीर की चीर-फाड़ या तोड़-फोड़ के लिए चुपचाप छेद गया; भले ही उसके कुछ अंशों को फाट कर अलग कर दिया जाय या उसमें कुछ और अंश जोड़ दिए जायें और इस प्रकार उसका पुराना रूप बदल कर उसे बिल्कुल एक नया, कृत्रिम रूप, दे दिया जाय।

'अणु विघटन' की क्रियाको, आजकल, 'फिस्सन' (fission) कहा जाता है और जो अणु, बिना ज्यादा चूँचपड़ किए इस क्रिया को मन्जूर कर लेते हैं, उन्हें 'फिस्सनेबुल' या 'फिस्साइल' (Fissionable or fissiles) कहते हैं।

जिस पेचीदा यन्त्र में अणुओं के विघटन की क्रिया की जाती है उसे पहिले तो 'पाइल' (pile) नाम दिया गया था, क्योंकि, वास्तव में, यह यन्त्र यूरेनियम के टण्डों और ग्रेफाइट (Graphite) के टेलों का एक ढेर ही था। आज कल इसे 'रीएक्टर' (Reactor) कहते हैं। साधारण बोल-चाल के शब्दों

में कहें तो यह 'रीएक्टर' एक आणविक भट्टी है जिसके अणु ही ईंधन हैं और जहाँ शक्ति उत्पन्न की जाती है; यद्यपि इस भट्टी में न तो अग्नि ही जलती है और न जलने की कोई क्रिया ही होती है।

अणुओं से सम्बन्धित विज्ञान को अणु-विज्ञान (the atomic science) कहते हैं और इस विज्ञान का विषय है, अणुओं के भीतर घटने वाली घटनाएँ, और खास कर अणु के नाभिक (nucleus) के भीतर की घटनाएँ। अणु का यह 'नाभिक', अथवा नाभिक-केन्द्र ही प्रचुर 'शक्ति' (energy) और चालक बल (power) का एक बड़ा भण्डार है। मनुष्य अपनी सोलचाळ में और लिस्सा-पट्टी में, प्रायः अनेक ऐसे शब्दों का व्यवहार करता रहता है जो अभिप्रेत अथवा इच्छित अर्थ को शुद्ध व्यक्त नहीं कर सकते। इसका एक उदाहरण है 'आणविक शक्ति' (atomic energy) और 'आणविक-बल' (atomic power) शब्दों के प्रयोग। साधारण पढ़े लिखे व्यक्तियों की घात तो जाने दीजिए; अणु-अनुसन्धान में व्यस्त अन्तर्राष्ट्रीय रुशानि की प्रमुख संस्थाएँ भी आये दिन इन गलत, भ्रामक और तथ्यसे दूर शब्दों का प्रयोग करती देखी जाती हैं। पुरानी धारणायों और शब्द व्यवहारों से चिपके रहना, मानो, मनुष्य का एक स्वाभाविक गुण है; चाहे वह धारणाएँ और शब्द-व्यवहार, याद में देखे गये सत्य से कितने ही पिछड़े हुए हों। शुद्ध और तथ्यपूर्ण शब्द तो 'नाभिक-शक्ति' (nuclear energy) और 'नाभिक-बल' (nuclear power) ही हैं।

अणु के इस 'नाभिक' का परिचय लेना हमारे लिए अत्यन्त आवश्यक है, क्योंकि यह नाभिक ही उस अणु का एक मात्र मुख्य अङ्ग है। अणु के भीतर की दुनियाँ, जैसी कि रेडियम की स्वाभाविक किरणों ने और विश्व-किरणों ने खोज कर हमें दिखाई है, एक साधारण व्यक्ति के दृष्टि-कोण से देखने पर अवश्यसनीय ही लगती है। इसका कारण न केवल यही है कि यह दुनियाँ, अपने आप में, अत्यन्त जटिल और दुर्लभ है; परन्तु यह भी कि 'नाभिक' के भीतर के आधार-भूत कण (particles), द्रव्य और शक्ति के साथ एक ऐसा सम्बन्ध रखते हैं जो उस व्यक्ति के लिए विलकुल नया, अपरिचित और अनोखा है और उसकी परम्परागत मान्यताओं के साथ कोई मेल भी नहीं खाता।

एक अणु के अत्यन्त सूक्ष्म और गोल आकार के ठीक बीच में, शक्ति और घन का यह भाण्डार, 'नाभिक' होता है। यह घन-विशुद्ध शक्ति का होता है और इसके चारों ओर मृण-विशुद्ध शक्ति का एक कण एलेक्ट्रॉन (electron) प्रचण्ड वेग से चक्कर मारता रहता है। यह इलेक्ट्रॉन एक ऐसा सजग और कार्य-वक्ष प्रहरी है जो अणु के इस शिविर के चारों ओर घूमता हुआ, किसी भी विज्ञातीय या अजनबी कण को उसमें सहज ही घुसने नहीं देता। जब कभी कोई अजनबी इस शिविर में घुसने का दुःसाहस करता है, प्रहरी तुरन्त उसे धक्का मार कर बाहर फेंक देता है।

अणु के शरीर का समूचा द्रव्य नाभिक में ही बन्द रहता है और यह नाभिक स्वयं इतना छोटा होता है कि वह अणु के भीतर के समूचे 'देश' (space) के सिर्फ १,०००,०००,०००,-०००,००० वें भाग में ही किकुड़ कर बैठा रहता है। इस बात को समझाने के लिए हम यह कह सकते हैं कि सौर-मण्डल (सूर्य और उसका परिवार) के समूचे 'देश' में, सूर्य स्वयं जितनी जगह रोके हुए है, यह नाभिक अपने अणु के 'देश' में उससे कम जगह ही रोके हुए है। बात जब ऐसी है तो निश्चय ही नाभिक का अपना वजन (प्रतिक्यूबिक इंच में उसका बोझ-भार) बहुत अधिक होगा; और है भी ऐसा ही। हमारी दुनियाँ की किसी एक साधारण वस्तु के प्रतिक्यूबिक-इंच भार का १,०००,०००,०००,-०००,००० गुना भार। इसका घनत्व (density) भी इतना अधिक है कि पानी की एक बूँद के बराबर के नाभिक का वजन २० लाख टन होगा।

नाभिक के इस आश्चर्य-जनक रूप की यह तो सिर्फ आधी बात ही हुई; बिल्कुल ऐसे ही शक्ति भी इसमें पुख्तीभूत बनाकर रख दी गई है। अणु के इस नाभिक के अत्यन्त सूक्ष्म शरीर में हमारी अपरिचित और इस कारण हमारे लिए बिल्कुल नयी एक ताकत होती है जो उसकी समूची द्रव्य-मात्रा को एक ही जगह जकड़ कर रखे रहती है। हम जानते हैं कि पृथ्वी और उसपर की सभी वस्तुओं को गुरुत्वाकर्षण ही एक जगह जकड़ कर रखे रहता है। परन्तु इस नाभिक के भीतर जो ताकत यह काम बजाती रहती है, वह अवश्य ही गुरुत्वाकर्षण की

अपेक्षा इतनी अधिक होगी कि उसको व्यक्त करने के लिए हमारे पास कोई शब्द ही नहीं होगा। यदि हम इस ताकत के मान को जानने का आग्रह ही करें तो हमें गुरुत्वाकर्षण की शक्ति को उस संख्या से गुणा देना होगा जो संख्या, अर्थात् १ के बाद ३७ शून्य रख देने पर, बनेगी। है क्या आप में इतनी हिम्मत कि इस गुणनफल की एक संख्या को निकाल लें !

स्थूल विश्व के महान् से भी महान् सभी पिण्डों (प्रोटॉनों और न्यूक्लियॉनों) को गुरुत्वाकर्षण ही उनकी अपनी-अपनी सापेक्ष स्थितियों में जकड़ कर रखे हुए है; परन्तु 'नाभिक' में उसका आधिपत्य नहीं है। नाभिक के भीतर उसके कणों को बाँधकर एकत्र रखने वाली ताकत तो एक नये और अज्ञात रूप की है। यह अत्यन्त जटिल है, और नाभिक के कणों के वेग और उनके अपने ही चारों ओर चकर मारने की गति पर आधारित है। दूसरी ओर यह ताकत, चाहे जो यह हो, वैद्युतिक युक्तियों (electrical charges) पर तो बिल्कुल निर्भर नहीं है; क्योंकि यही एक अनहोनी बात देखी जाती है जो वैद्युतिक युक्तियों में स्वभावतः नहीं दिख पड़ती। यह बात यह है कि यही शक्ति शून्य 'न्यूट्रन कण' (neutrons) और प्रोटॉन के 'प्रोटॉन कण' एक दूसरे को अपनी ओर ठोक उमी लाने की कोशिश करते हुए देखे जाते हैं जिस तरह यह अपने-अपने जाति-भावों को अपनी ओर खींचते हैं।

∴ 'नाभिक' (nucleus) के सब कणों को एक ही जगह

जकड़ कर बांध रखने वाली इस शक्ति को खोज पाने के लिए वैज्ञानिक निरन्तर प्रयत्नशील थे। वैज्ञानिकों के सामने यह एक बड़े-से-बड़ा रहस्य था ; परन्तु डा० फ्रेडरिक राइन्स (Dr. Fredrick Reines) और डा० क्लाइड कोवन (Dr. Clyde Cowan) अब 'नाभिक' के इस तिलिस्म को तोड़ कर उसमें प्रवेश पा चुकने का दावा करते हैं। न्यूमेक्सिको (अमेरिका) की लास आल्मोस प्रयोगशाला में अपने विशेष प्रयोगों द्वारा उन दोनों वैज्ञानिकों ने जून सन् १९५६ ई० में एक ऐसे आणविक कण को पहिचान लिया है जो, उनके अनुसार, उस रहस्यमयी शक्ति को खोज पाने के कुछ सूराय दे सकेगा। उन्होंने उस कण को 'न्यूट्रिनो' (neutrino) नाम दिया है। यह कण एक सैद्धान्तिक रूप में तो, पिछले २० वर्षों से वैज्ञानिकों का परिचित रहा है (देखिए आगे दी हुई कान्त-क्षेत्रों की तालिका में क्रम संख्या ३); परन्तु व्यावहारिक रूप में इसको प्रमाणित नहीं किया जा सकता था। 'न्यूट्रिनो' के इस अन्वेषण से वैज्ञानिकों को उक्त शक्ति को समझ पाने में मदद मिलेगी—उस शक्ति को जो द्रव्य (matter) के मौलिक गुणों में ही एक है।

अणु के इस नाभिक के भीतर, उसकी वह तक पहुँचने के पहिले, अच्छा होगा कि हम इसके अपने गुण-गान में दो शब्द लिख दें। नाभिक के इस रहस्यमय चदर में द्रव्य और शक्ति की सच्ची प्रकृति और सत्य-स्वभाव के भेद छिपे पड़े हैं; यह भेद भी, कि द्रव्य और शक्ति का आपस में क्या नाता है, यही

छिपा बैठा है। जिसे हम अनु-विचटन की क्रिया (fission) कहते हैं उसमें हम नाभिक का ही बिछोड़ होता है और पाद पड़ता है। अपनी छिरणों को बिखेरने वाले (radio-active) फिज़ू-स्रवण पदार्थों में भी उनका अपना नाभिक ही उन छिरणों को बिखेरता है। विश्व-सृष्टि की मूर्त इंटों—१०१ मूल तत्वों में के किसी भी एक या अधिक मूल तत्वों के अनु के नाभिक, एक साथ मिलकर, सूर्य के प्रचण्ड ताप को उत्पन्न करते हैं। इस नाभिक पर ही आज मनुष्य अपने आणविक-युग (atomic age) में होने वाली सस्ती और सर्व-सुखम मौखिक सुख-सुविधाओं की आस लगाए बैठा है। मध्य युग के रासायनिक अपने जिस सपने को मूर्तरूप न दे सके, उस सपने को आज यह नाभिक ही सच्चा कर दिखा रहा है—एक रासायनिक तत्व को दूसरे तत्व में बदल देता है, सोने को बदल कर पारा बना देता है और पारे को बदल कर सोना। यही नहीं; जो यूरेनियम धातु अपने प्राकृतिक रूप में मनुष्य को कोई मुस्ताक नहीं पहुँचाता, उसे ही बदल कर निप्पुर, बेरहम और मयानकनर-संहार करने वाला विस्फोटक प्लूटोनियम (plutonium) बना देता है—बेचारा जापान ! भिन्न-भिन्न रासायनिक तत्वों के अनु, एक दूसरे में मिलकर, जैसे रासायनिक सनासों (chemical compounds) के द्व्यणुक (molecules) अणुओं का एक जोड़ा) बनाते हैं; वैसे ही 'नाभिक' के भीतर के और भी छोटे 'कण', एक दूसरे के साथ मिलकर, भिन्न-भिन्न अणुओं के नाभिकों का सिरजन करते हैं।

अब हम नाभिक के 'कणों' तक आ पहुँचे हैं; दूसरे शब्दों में, अब हम नाभिक के रहस्यपूर्ण पेट में अपने पैर रख चुके हैं। यह हमारा आखिरी पड़ाव है और इसके ठीक आगे ही हमारी मज्जिब है। आगे का मार्ग बहुत दुर्गम है और हमारा अपरिचित भी। परन्तु घबड़ाने और हिम्मत हारने की कोई बात नहीं; कान्त-क्षेत्रों का सिद्धान्त (The Quantum Field Theory) अब हमें मार्ग दिखाता हुआ, निरापद, आगे ले चलेगा।

कान्त-क्षेत्र-सिद्धान्त

इस सिद्धान्त का प्रारम्भ इस बात से होता है कि आदिम-कणों (the elementary particles) की एक खास तालिका का अस्तित्व, अब, जाना जा चुका है जिसमें के सभी कणों की अपनी-अपनी खास मात्राएँ (masses), फिरकनेँ (spins), शक्ति युक्तियाँ (charges) और पारस्परिक प्रतिक्रियाएँ (inter-actions with one another) हैं।

वैज्ञानिक, आत्र, हट्ट निश्चयके साथ यह कहने लगे हैं कि विश्व-प्रकृति के सारे क्षेत्र सिर्फ कान्त-क्षेत्र ही हैं। कहने को तो वह दो तरह के क्षेत्रों की चर्चा करते हैं—श्रेणीय-क्षेत्र (classical fields) और कान्त-क्षेत्र (Quantum fields); परन्तु आगे जाकर वह यह भी कहते हैं कि 'श्रेणीय-क्षेत्र' कोई अलग चीज नहीं; वह तो कान्त-क्षेत्रों के ही बड़े रूपों के महज

वर्शाव (a large-scale manifestations) हैं और इस कारण, अपने मूलरूपों में 'कान्त-क्षेत्र' ही हैं।

पहिले हम इन श्रेणीय-क्षेत्रों का विवेचन कर देते हैं। यह क्षेत्र एक तरह के अलक्ष्य (जो दिखाई न पड़े) तनाव (tension or stress) ही हैं, जो रिक्त 'देश' में, किसी पदार्थ (matter) के वहाँ न रहने पर ही, मौजूद रह सकते हैं। जब कोई 'क्षेत्र' अनन्त 'देश' में कहीं आसन मारकर बैठा हो और कोई पदार्थ आकर उस आसन पर बैठने की हिमाकत करे, तो वह 'क्षेत्र' चंचल हो उठेगा और उस पदार्थ पर कुछ शक्ति-प्रदर्शन कर यह जता देगा कि वह उस आसन पर पहिले से ही बैठा है; अपने अलक्ष्य अस्तित्व का भान कराने को सिर्फ यही एक उपाय इसके पास है। इन श्रेणीय-क्षेत्रों के नमूनों के रूप में हम वैद्युतिक (the electric) और चुम्बकीय (the magnetic) क्षेत्रों के नाम पेरा कर सकते हैं; इनमें से पहिला तो किसी विद्युत्-शक्तियुत (the electrically charged) पदार्थ पर धक्का मार कर उसे धकेलता है, और दूसरा ठीक यही क्रिया करता है चुम्बक - शक्ति - युत (magnetically charged) एक पदार्थ पर।

जेम्स क्लर्क मैक्सवेल ने ही, अपने गणितीय समीकरणों के आधार पर, यह बताया था कि 'देश' में जहाँ कहीं भी एक परिवर्तनशील चुम्बकीय-क्षेत्र होगा, निश्चय ही वहाँ, उसकी ठीक पगल में ही, एक वैद्युतिक-क्षेत्र भी पाया जायगा। मानो यह

एक अद्भुत जोड़ा है, जो वियोग का नाम ही नहीं जानता। फारा; स्त्री-पुरुषों के हमारे गृहस्थ भी ऐसे ही होते? उसने, मैक्सवेल ने, ही पहिले-पहल, यह भी पता लगाया कि यह वैद्युतिक और चुम्बकीय-क्षेत्र, न केवल वैद्युतिक और चुम्बकीय (क्रमशः) राशित-युक्तियों के पास रह सकते हैं, अपितु किसी पदार्थ से शून्य, रिक्त अनन्त 'देरा' में, कहीं भी रह सकते हैं। अपने गणितीय समीकरणों (mathematical equations) के बल पर उसने यह परिणाम निकाला कि ऐसे क्षेत्र प्रकाश की गति से ही, रिक्त 'देरा' में, दौड़ेंगे—यह एक सेकण्ड में १८६,३०० मील के वेग से दौड़ेंगे। इस बात को लेकर उसने, और आगे बढ़कर, यह युगान्तरकारी निकर्ष निकाला कि प्रकाश, अपने आपमें, और कुछ नहीं; इन भागते हुए विद्युत-चुम्बकीय क्षेत्रों का सिर्फ एक मूर्त रूप ही है।

यह श्रेणीय-क्षेत्र सिद्धान्त, अपने विद्युत्-चुम्बकीय और गुरुत्वाकर्षण क्षेत्रों के बल पर विश्व के सभी दृश्य रूपों की एक सन्तोषजनक व्याख्या देता तो जरूर है—गुरुत्वाकर्षण-क्षेत्र का एक खास गुण यह है कि 'देरा' के किसी भी एक भाग में जो भौतिक वस्तुएँ होती हैं, उन सब पर यह अपना असर डालते हैं—परन्तु इसमें एक कमी, और भारी कमी, है। किसी एक अणु अथवा किसी एक कण के व्यक्तिगत वर्ताव का हाल बताने में यह सिद्धान्त सर्वथा असमर्थ है।

श्रेणीय-क्षेत्र सिद्धान्त की इस कमजोरी को देखकर ही

भौतिक वैज्ञानिकों ने कान्त-क्षेत्र सिद्धान्त का आविष्कार किया।

इस सिद्धान्त की आधार-शिला है, 'अनिरिच्यता का नियम' (the uncertainty principle) और इसका प्रथम प्रतिपादक था हीजेनबर्ग (Heisenberg)। यह नियम बतलाता है कि किसी एक अणु-आकार की वस्तु को जितने ज्यादा गौर से हम देखेंगे, उतनी ही अधिक विचलित वह वस्तु हो जेगी और तुरन्त आगे की उसकी स्थिति और उसके रूप की हमारी जानकारी भी उतनी ही कम हो पड़ेगी। अणु-आकार की सभी वस्तुएँ लगातार स्पन्दन करती रहती हैं ; क्षेत्र जितना ही अधिक छोटा होगा, स्पन्दन भी उतना ही अधिक तेज होगा।

कान्त-क्षेत्र के सिद्धान्त अथवा, अनिरिच्यता के नियम के आविर्भाव के पहिले वैज्ञानिक, दृढ़ विश्वास के साथ, कहा करते थे कि विश्व के प्रत्येक कण की तात्कालिक स्थिति और उसकी गति के वेग को ज्ञान देने पर उस कण की पिछली और अगली स्थितियों को, वस्तुही सही-सही बताया जा सकेगा। परन्तु इस सिद्धान्त ने उनके विश्वास को जड़ें ही हिला दी। एक कण की स्थिति का हम जितना अधिक शुद्ध निरूपण करेंगे, उसके वेग का हमारा ज्ञान भी उतना ही कम शुद्ध हो जायगा। ठीक ऐसे ही ; जितने अधिक शुद्ध रूप में इसके वेग को हम ज्ञान पावेंगे, उसकी स्थिति का ज्ञान भी उतना ही कम शुद्ध होता जायगा।

इस सिद्धान्त ने 'कण' को अनिर्वचनीय और अरूपणीय

बना हाला है—आचार्य शंकर के 'विवर्तवाद' की माया । आज वह बिलियर्ड के खेल की एक सुन्दर छोटी गेंद नहीं रह गया है, जैसे कि कुछ वर्षों पहिले तक वैज्ञानिक अपनी सुलभ कल्पना में उसे सोचा करते थे । जब कभी भी, चाहे जिस क्षण, हम यह सोचें कि अथ तो हम उसके (कण के) स्वरूप को पकड़ चुके और जान चुके, ठीक उसी क्षण वह कण हमें पूरा विश्वास दिलाते हुए कहेगा कि हमारा ऐसा सोचना बिल्कुल गलत था, क्योंकि उस क्षण वह वहाँ एक 'लहर' (a wave) ही था, न कि एक कण । हमको बेबकूफ बनाकर वह कण, एक शान के साथ कहेगा कि आप लोग तो सिर्फ कुछ समीकरणों (equations) को ही जानते हो जिनके अपने अर्थ ही अस्पष्ट और अटपटे हैं । मैं चकमा देने में ही मानो उसे मजा आता है—निर्गुण-पन्थी सन्तों के काव्य की 'माया ठगिनी ।'

इस नियम के प्रकार में देखने से तो ऐसा दिखता है मानों अणुओं की दुनिया में घटने वाली घटनाएँ, कड़े नियम-कानूनों की पाबन्द ही न हों ; और यह भी कि हमारे स्थूल जगत् में दिख पड़ने वाली नियम-बद्धता सिर्फ अहों और संख्याओं में ही है । पदार्थ के वर्तव की बाबत जो कुछ भी हम जानते हैं वह ठीक वैसा ही है, जैसा कि मृत्यु-संख्या की बाबत बीमा कम्पनियों का ज्ञान । बीमा कम्पनियाँ न तो यह जानती ही हैं और न यह जानने की परवाह ही करती हैं कि जिन व्यक्तियों ने अपने जीवन की बीमा करवाई है, उनमें से कौन-कौन व्यक्ति

कौन-सी एक खास साल मरा। किसी भी एक साल में बीमा शुदा व्यक्तियों की मृत्यु की औसत संख्या जानने से ही उनको मतलब है। कान्त-क्षेत्रों का सिद्धान्त कहता है कि हमारे जगत् में जो कुछ भी नियम-बद्धता देखने के हम धादी हो चुके हैं, वह भी ठीक ऐसी ही है—सिर्फ संख्याओं के आँकड़ों की।

यह कान्त-सिद्धान्त हमें, अवश्यम्भावी परिणाम के रूप में, इस नतीजे पर ला पहुँचाता है कि यह समूचा स्थूल भौतिक विश्व (पशु, पक्षी, मनुष्य, पेड़, पर्वत, सागर, तारे और नीहारिकाएँ) इन आदिम-कणों the elementary particles का ही बना हुआ है। आज तक हम निम्नलिखित कणों को ही जान पाये हैं :—

- १—फोटन Photon
- २—ग्रेविटन Graviton
- ३—न्यूट्रिनो Neutrino
- ४—एलेक्ट्रन Electron
- ५—पोजीट्रन Positron
- ६—पॉजिटिव एम्० यू० मेसन Positive MU Meson
- ७—नेगेटिव एम्० यू० मेसन Negative M U Meson
- ८—न्यूट्रल पी० आर्इ० मेसन Neutral PIMeson
- ९—पॉजिटिव पी० आर्इ० मेसन Positive P I Meson
- १०—नेगेटिव पी० आर्इ० मेसन Negative P I Meson
- ११—झोटा मेसन Zeta Meson

- १२—न्यूट्रल व्ही पार्टिकल Neutral V particle (v_0)
 १३—टाउ मेसन Tau Meson
 १४—काप्पा मेसन Kappa Meson
 १५—पोजीटिव सी० एच्० आई० मेसन Positive CH I Meson
 १६—नेगेटिव सी० एच्० आई० मेसन Negative CH I Meson
 १७—प्रोटन Proton
 १८—न्यूट्रन Neutron
 १९—न्यूट्रल व्ही पार्टिकल Neutral V Particle
 २०—पोजीटिव व्ही पार्टिकल Positive V particle

इन कणों में से तीन कणों—प्रोटन (१७), न्यूट्रन (१८), और एलेक्ट्रन (४)—पर हम, थोड़े विस्तार में, छिंटेंगे। इन तीनों कणों में पिछला कण 'एलेक्ट्रन' हमारी गुपतिचित बिजली का कण है, उस बिजली का जो हमारे परो को रोशन करती है; पंखे हिलाकर हमारी गर्मों दूर करती है; बड़े-बड़े फल-फारखाने चलाती है और छोटे-बड़े, न मादूम, कितने काम करती है! अरबों और लाखों की असंख्य संख्याओं में इष्टु होकर, 'एलेक्ट्रन' के यह अत्यन्त सूक्ष्म 'कण' (छहरें भी) घाम्बे के गूँघे हुए तारों में, बिजली की तरंगें बनकर, बहते रहते हैं। एक एलेक्ट्रन कण में ऋण-विद्युत् की शक्ति-गुनि (a charge of negative electricity) रहती है—सायद यह बदन)

अधिक संगत होगा कि यह कम, एक अम-राशि-युक्त है; इसका मतलब हुआ कि सभी विद्युत् या विजली अणुआत्मक ही है; (कितना गलत नाम ?) ।

‘प्रोटन’ कम हमारा उतना परिचित नहीं है। एक ‘एलेक्ट्रॉन’ कम से यह कम (प्रोटन) २,००० गुना भारी होता है। निश्चय ही यह कम, विद्युत् के बजाय, द्रव्य (matter) है। सब ही कुछ कारणों को लेकर, यह कम धन-राशि-युक्त (positively charged) है; लगता है, जैसे कि, इसने स्वयं एक अम-राशि के एलेक्ट्रॉन को ग्राह लिया हो। सभी अणुओं के नाभिकों का यह एक आवश्यक और मुख्य अंग है जिसे एक अध्यनीय ताकत ने फटोरता से भाँचकर अणु के केन्द्र में सङ्कुचित कर दिया है। अणुओं में सबसे अधिक सरल और सबसे अधिक हल्के ‘व्हाइटन-अणु’ (hydrogen) के समूचे नाभिक में यह, शिथिल अकेला और अपने आप में ही मस्त, बैठा है—याद को सरल शब्दों में कहें तो, एक व्हाइटन-अणु के नाभिक में सिर्फ एक ही ‘प्रोटन’ कम होता है और उसके चारों ओर सिर्फ एक ही एलेक्ट्रॉन कम सपाटे भारता रहता है। इस कारण ही, मूल-वस्तुओं की सूची न इसका (व्हाइटन का) प्रथम स्थान है। व्हाइटन-अणु के नाभिक का यह एलेक्ट्रॉन ही उस अणु के रासायनिक गुणों का एकमात्र निर्माता है और उस अणु को इस योग्य बनाता है कि वह दूसरे अणुओं के साथ संयुक्त होकर द्व्यणुक (molecules) बना सके और सृष्टि-रचना का काम आगे बढ़ा

सके। उदाहरण के लिए; हमारे पीने के पानी को लीजिए जो थोड़ा कुछ भी नहीं, सिवाय उद्बलन के दो अणुओं और ओक्सीजन (oxygen) के एक अणु के संगोपन के ही मूर्तरूप के।

एक उद्बलन-अणु के नाभिक के केन्द्र में ही उसका सम्पूर्ण 'द्रव्य' (या 'शक्ति', क्योंकि द्रव्य और शक्ति, अपने मूल में एक ही हैं) पुत्रोभूत होकर एक अच्छे 'प्रोटन' के रूप में रहता है। इस प्रोटन की धन शक्ति-युक्ति, अपेक्षाकृत दूर के उस एलेक्ट्रॉन को सन्तुलित किए रहता है और इस प्रकार सम्पूर्ण अणु विद्युत-शक्ति से शून्य निर्बिकार-सा दिख पड़ता है।

उद्बलन को छोड़कर, बाकी सभी मूलकत्वों के अणुओं के नाभिक अपनी घनावस्था में अधिक जटिल और वजन में अधिक भारी होते हैं—मूलकत्वों की सूची में सङ्ख्या १ के आगे के अणुओं पर हम उर्वो-उर्वो आगे बढ़ते चलेंगे, उनके (तत्वों के) नाभिकों को अधिक जटिल और अधिक भारी होते पावेंगे। उन सभी नाभिकों में एक बात और भी हम देखेंगे; उनमें का प्रत्येक नाभिक, अपने भीतर, प्रोटनों के साथ-साथ, न्यूट्रॉनों को भी लिए हुए होगा। न्यूट्रॉन भी प्रोटनों से करीब-कराब मिलते-जुलते से हैं; इन दोनों के वजन ठीक एक बराबर ही होते हैं। परन्तु न्यूट्रॉनों में अपनी एक विशेषता भी होती है; इनमें धन शक्ति-युक्ति (positive charge) नहीं होती और इस कारण, वैद्युतिक दृष्टिकोण से यह निर्बिकार होते हैं। एक आणविक नाभिक के अङ्ग धनकर जब न्यूट्रॉन बंधी रहते हैं तो वह उस

अधिक संगत होगा कि वह कण, एक ऋण-शक्ति-युत है ; इसका मतलब हुआ कि सभी विद्युत् या बिजली ऋणात्मक ही है ; (कितना गलत नाम ?) ।

‘प्रोटन’ कण हमारा उतना परिचित नहीं है । एक ‘एलेक्ट्रन’ कण से यह कण (प्रोटन) २००० गुना भारी होता है । निश्चय ही यह कण, विद्युत् के धनाय, द्रव्य (matter) है । सब ही कुछ कारणों को लेकर, यह कण धन-शक्ति-युत (positively charged) हैं ; लगता है, जैसे कि, इसने स्वयं एक ऋण-शक्ति के एलेक्ट्रन को खो दिया हो । सभी अणुओं के नाभिकों का यह एक आवश्यक और मुख्य अंग है जिसे एक अरुधनोय ताकत ने कठोरता से भोचकर अणु के केन्द्र में सङ्कुचित कर दिया है । अणुओं में सबसे अधिक सरल और सबसे अधिक हल्के ‘वद्जन-अणु’ (hydrogen) के समूचे नाभिक में यह विनिरुद्ध अकेला और अपने आप में ही मस्त, बैठा है—यात को सरल शब्दों में कहें तो, एक वद्जन-अणु के नाभिक में सिर्फ एक ही ‘प्रोटन’ कण होता है और उसके चारों ओर सिर्फ एक ही एलेक्ट्रन कण सपाटे मारता रहता है । इस कारण ही, मूल-तत्वों की सूची में इसका (वद्जन का) प्रथम स्थान है । वद्जन-अणु के नाभिक का यह एलेक्ट्रन ही उस अणु के रासायनिक गुणों का एकमात्र निर्माता है और उस अणु को इस योग्य बनाता है कि वह दूसरे अणुओं के साथ संयुक्त होकर द्व्यणु (molecules) बना सके और सृष्टि-रचना का काम आगे बढ़ा

सके। वहाहरण के लिए ; हमारे पीने के पानी को लीजिए जो और कुछ भी नहीं, सिवाय वद्जन के दो अणुओं और ओषजन (oxygen) के एक अणु के संगोम के ही मूर्तरूप के।

एक वद्जन-अणु के नाभिक के केन्द्र में ही उसका समूपा 'द्रुम' (या 'राकि', क्योंकि द्रुम और राकि, अपने मूल में एक ही हैं) पुत्रोभूत होकर एक अछेडे 'प्रोटन' के रूप में रहता है। इस प्रोटन की धन राकि-युति, अपेक्षाकृत दूर के वस एलेक्ट्रन को सन्तुष्टित किए रहती है और इस प्रकार समूपा अणु विद्युन-राकि से मूल्य निर्दिहार-सा दित पड़ता है।

वद्जन को छोड़कर, बाकी सभी मूलतत्वों के अणुओं के नाभिक अपनी पनापट में अधिक जटिल और वजन में अधिक भारी होते हैं—मूलतत्वों की सूची में अट्ट १ के आगे के अष्टों पर हम उधों-उधों आगे बढ़ते चलेंगे, उनके (सर्वोंके) नाभिकों को अधिक जटिल और अधिक भारी होते पावेंगे। इन सभी नाभिकों में एक बात और भी हम देखेंगे ; इनमें का प्रत्येक नाभिक, अपने भीतर, प्रोटनों के साथ-साथ, न्यूट्रनों को भी लिए हुए होगा। न्यूट्रन भी प्रोटनों से करीब-कराब मिलते-जुलते से हैं ; इन दोनों के वजन ठीक एक बराबर ही होते हैं। परन्तु न्यूट्रनों में अपनी एक विशेषता भी होती है ; इनमें धन राकि-युति (positive charge) नहीं होती और इस कारण, वैद्युतिक दृष्टिकोण से यह निर्बिकार होते हैं। एक आणविक नाभिक के अङ्ग बनकर जब न्यूट्रन वहाँ रहते हैं तो वह उस

अभिव्यक्ति जिस कण में होती है, उसे 'ग्रेविटन' (graviton) नाम दिया गया है। गणित के समीकरणों में तो इस कण का अभिन्न निमित्त हो चुका है, फिर भी एक 'ग्रेविटन' को, उसके व्यष्टि या व्यष्टिगत रूप में, आज तक कोई भी नहीं देस सका है। परन्तु है वह जरूर; उसके असर प्रत्यक्ष दिखाई देते हैं और फिर मान-वगैरा गणित की गवाही भी यही कहती है।

विद्युत्-चुम्बकीय-क्षेत्र और गुरुत्वाकर्षण-क्षेत्र—दोनों ही 'लम्बी दूरी' (long range) के क्षेत्र हैं; यह क्षेत्र लम्बी दूरियों तक अपने प्रभाव को महसूस कराते हैं। इस बात का सम्बन्ध इस तथ्य से है कि इन दोनों ही क्षेत्रों के सम्बन्धित कण, फोटन और ग्रेविटन अपनी कोई 'विमान्ति-मात्रा' (rest-mass) नहीं रखते और एक निश्चित गति से—प्रकाश के वेग से—निरन्तर दौड़ते ही रहते हैं। जब यह कण विभ्रान लेने को, ठनक सुन्ताने को, कहीं रुकते ही नहीं तो उनकी कोई 'विमान्ति-मात्रा' होगी भी कैसे? इन दोनों क्षेत्रों को छोड़कर बाकी सभी दूसरे क्षेत्र 'छोटे-दूरी' (short-range) के हैं—उनके असर थोड़ी दूर तक ही जा पाते हैं।

कान्त-सिद्धान्त के अनुसार कोई भी एक क्षेत्र 'विद्युत् शक्ति-युति' (electric charge) को लिए हुए भी हो सकता है और न लिए हुए भी। उदाहरण के लिए; एक वैद्युतिक क्षेत्र तो ऐसी शक्ति-युति को ढोये फिरता है; परन्तु एक विद्युत्-चुम्बकीय क्षेत्र नहीं।

यह सिद्धान्त एक बात और भी कहता है; यदि कोई एक क्षेत्र विद्युत्-शक्ति-युत (electrically charged) हो तो, निश्चय ही, वह दो किस्मों के कणों में अपनी मलक देगा। और सब बातों में बिल्कुल एक सरीखे होते हुए भी इन दोनों कणों में सिर्फ एक ही फर्क होगा—उनमें का एक कण धन-विद्युत् शक्ति का होगा और दूसरा होगा ऋण-विद्युत् शक्ति का।

एक पूरे पके, सिद्धान्त-वादी भौतिक वैज्ञानिक के लिए भी यह बात हरदम परेशान करने वाली और आश्चर्य में डालने वाली घनी रहेगी कि वृक्षों और पर्वतों का हमारा यह ठोस भौतिक जगत् सिर्फ धलक्ष्य (दिख न पढ़ने वाले) कान्त-क्षेत्रों का ही बना हुआ है—ऐसे क्षेत्रों का जिनमें स्पन्दन के सिवाय और कुछ है ही नहीं। विश्व तो इतना ठोस और विराट, और उसके सिरजन में लगा हुआ एक मात्र मसाला—अमूर्त कान्त-क्षेत्र—इतना चञ्चल, इतना अस्थिर !

जो कुछ हो; तथ्य तो तथ्य ही रहेगा और वैसे स्वीकार भी करना होगा। धीरे-धीरे हम यह स्वीकार करना सीख भी रहे हैं कि कान्त-कारीगरी के अपने कुछ ऐसे नियम कानून हैं जो उसके अधिकृत क्षेत्रों पर एक आवश्यक कड़ापन लाद ही देते हैं—एक ऐसा कड़ापन जो, यद्यपि हमारी बौद्धिक सूक्ष्मता से तो सर्वथा परे की चीज है, फिर भी विश्व को उसके समूचे संस्थान में, बखूबी, रक्खे हुए है।

विश्व के सम्बन्ध की हमारी परम्परागत विचारधारा को

विल्कूळ एक नयी दिशा में, परन्तु सत्य की ओर, मोड़ देने में 'सापेक्ष-वाद' और 'कान्त-सिद्धान्त' के ही संयुक्त-मिटे-जुड़े-हाथ रहे हैं; परन्तु सापेक्ष-वाद की अपेक्षा कान्त-सिद्धान्त ने ही मार्ग को अधिक प्रशस्त किया है। उसकी शक्ति अभी क्षीण नहीं हुई है और उसका काम अब भी चालू है। इनारी कल्पनाओं पर पड़े हुए उसके प्रभाव भी अनोखे हैं। इस सिद्धान्त ने हमें नयी शक्ति और नया ज्ञान दिया है जिससे हम पदार्थ या द्रव्य (matter) को, अपनी मर्जी के सुवाचिक रूप बदलने को बाध्य कर सकते हैं, और हमने ऐसा कुछ किया भी है; परन्तु, अफसोस ! अणु-यम और उद्जन-यम बनाने के आत्मघाती रूपों में ही।

नाभिक-विस्फोट की क्रिया

कान्त-सिद्धान्त ने मनुष्य को एक घर दिया था; अक्षुण्ण शक्ति, और विद्युत् बल के एक अद्भुत भण्डार की चामी ही उसे सोंप दी थी। इस भण्डार से वह, जी भर कर शक्ति और विद्युत्-बल ले सकता था। यदि मनुष्य इस अध्ययन को अपनी जाति के सामूहिक सुख-साधन में लगाता, तो..... परन्तु अपने मन के भीतर बैठे हुए पशु की प्रेरणा पर उसने, अपने धुंध और जपन्य स्वार्थों की पूर्ति में हो, इस अभूतपूर्व दान को खर्च करने की ठानी। आज की दुनिया में चन्द समर्थ और वारुनवर राष्ट्र, अणु के नाभिक से शक्ति ले लेकर, अपने

ही जाति भाइयों को डराने, धमकाने और जरूरत पड़े तो नेस्त-नापूद तक कर देने के लिए भीषण अस्त्रों के निर्माण में ही व्यस्त हैं। पृथ्वी पर, अपने ही घर में बैठा हुआ कोई भी मनुष्य—बच्चा, बूढ़ा और स्त्री भी—आज निरापद नहीं है। भ्रम, संशय और दहरात के प्रलयकारी बादलों ने, आज, उसके भविष्य के आकाश को घोर अन्धकार में लपेट लिया है।

मनुष्य की मृत्यु, उसकी सभ्यता और संस्कृति की मृत्यु की विल दहला देनेवाली सम्भावनाओं के बावजूद यह काले बादल आये कहीं से ?

इस प्रश्न का उत्तर देने के लिये हमें, एक थार सिर घुमाकर, आदिम-कणों (*elementary particles*) की ओर देख लेना होगा। हमारी सारी विपत्तियों का स्रोत यहीं पर है।

वात का सिलसिला ठीक बैठाने के लिए, हम आदिम-कणों की उस सूची, जिसे हम अभी पीछे दे आये हैं, के ठीक आगे से ही अपनी वात शुरू करते हैं।

यह तो हम जान गये हैं कि उस तालिका में गिनाए हुए २० कण ही सभी मूल तत्वों के नाभिकों के मुख्य अङ्ग हैं। इनमें के प्रोटन कणों और न्यूट्रन कणों के कुछ ऐसे संयोग, ऐसे मिश्रण या ऐसे मिलाव भी होते हैं जो हमारे सुपरिचित कुछ नाभिक-कणों का निर्माण करते हैं। उदाहरण के रूप में हम 'आल्फा-कण' (*alpha particle*) को पेश करते हैं। इस कण के साथ हमारी पुरानी जानपढ़िचान है। वयोंसे हम यह जानते आये हैं कि

रेडियम धातु ऐसे कणों को अपने शरीर से निकाल-निकाल कर बाहर बिखेरता रहता है। दो प्रोटन कणों और दो न्यूट्रन कणों के परस्पर मिश्राव से ही एक 'आल्फा-कण' बनता है और, इस कारण, इस कण में धन-विद्युत् की दो शक्ति-युक्तियाँ रहती हैं (एक प्रोटन कण में धन-विद्युत् की एक शक्ति-युक्ति होती है)। रेडियम के शरीर से निकाल कर जब एक 'आल्फा-कण' बाहर फेंक दिया जाता है तो वह, अपने अन्दरेपन को दूर करने के लिये, शीघ्र ही दो ऐसे एलेक्ट्रन कणों को पकड़ कर अपने आप में मिला लेता है जो स्वयं भी निर्वानसित होते हैं—अपने सनातन परों में से किसी कारण निकाल बाहर कर दिए गये होते हैं—और एक नये आभय की खोज में इधर-उधर भटकते फिरते हैं। दो एलेक्ट्रनों को अपने पेट में रख कर यह 'आल्फा-कण,' अब, 'हीलियम' helium मूलतत्त्व के एक अणुका स्वरूप भर लेता है; हीलियम का एक अणु बन जाता है। अपने पुराने रूप को इस प्रकार बदल लेने में उसे कोई विघ्न भी नहीं होती; क्योंकि 'आल्फा-कण' का रूप, वैसे भी, हीलियम के एक अणु से बहुत मिलता-जुलता होता है, और थोड़ी बहुत जो कमी होती है, उसे यह दोनों एलेक्ट्रन-कण पूरी कर देते हैं।

संयुक्त-कणों के वर्ग का दूसरा एक कण है 'ड्यूटेरॉन' (deuteron particle) जिसमें एक प्रोटन-कण और एक न्यूट्रन-कण होता है; और, इस कारण, धन-विद्युत् की, इसमें, एक ही शक्ति-युक्ति होती है। इस हालत में वह अरक्षित और

अस्थिर होता है। अपने बाहर, एक परिधि पर, चारों ओर घूम-घूमकर पहरा देने के लिये जब यह किसी एक भगोड़े एलेक्ट्रॉन को पकड़ लेता है, तो वह एक ऐसा अणु बन जाता है जो, अपने रासायनिक गुणों में, उद्‌जन के एक अणु से करीब-करीब हम-रूप होता है ; यद्यपि वजन में वह उद्‌जन-अणु से दुगुना भारी होता है। उसके इस दुगुने भार का कारण भी स्पष्ट है : इस नवनिर्मित अणु (ड्यूटेरियम अणु) के नाभिक में न केवल एक प्रोटॉन ही होता है, बल्कि एक न्यूट्रॉन भी, वहाँ, जुड़ा बैठा होता है ; जब कि एक उद्‌जन-अणु के नाभिक में अकेला एक प्रोटॉन ही रहता है। इस नये अणु का नाम भी, अब, ड्यूटेरियम पड़ जाता है। यह अणु, वास्तव में, उद्‌जन का ही एक 'आइसोटोप' (isotope) है। उसका दूसरा एक नाम और भी है ; 'भारी उद्‌जन' heavy hydrogen। दो ड्यूटेरियम अणु, रासायनिक प्रक्रिया में, ऑक्सीजन oxygen के एक अणु के साथ मिलकर 'भारी पानी' (heavy water) बन जाते हैं।

अब हम यह बात तो जान ही चुके हैं कि अन्य सभी अणुओं की अपेक्षा, उद्‌जन-अणु ही सर्वाधिक सरल और हल्का है। परन्तु उद्‌जन के अलावा, और भी ६१ मूल तत्व हैं (फिट्टहाल हम उन नव-निर्मित ६ मूल तत्वों को बाद दिए देते हैं, क्योंकि विश्व-प्रकृति में वह अपने मूल-रूपों में अब तक नहीं मिल पाए हैं)। इन सभी बाकी मूल तत्वों के आणविक नाभिकों में अधिकाधिक प्रोटॉन और न्यूट्रॉन होते हैं। वैज्ञानिकों

ने इन मूल तत्वों की एक तालिका बनाई है, जिसमें सर्वप्रथम, चूड़जन का नाम है जिसके नाभिक में सिर्फ एक ही प्रोटन होता है। उसके बाद जिम क्रम में नाभिकों के प्रोटन अधिक होते जाते हैं, उस क्रम में ही उन मूल तत्वों को इस तालिका में स्थान दिया गया है। सबसे अधिक भारी, जटिल और सर्वाधिक प्रोटन रखने वाला यूरेनियम धातु है। इसके आणविक नाभिक में ६२ प्रोटन और १४६ न्यूट्रन होते हैं, जिनका योगफल होता है २३८। क्योंकि इस मूलतत्त्व के नाभिक में ६२ प्रोटन होते हैं, इसलिये मूल-तत्वों की तालिका में इसको सयके ऊपर, ६२वाँ स्थान मिला है। इसका वजन या भार बताने के लिये इसके नाम के आगे २३८ के अङ्क लगा दिये जाते हैं; और इस प्रकार इसका पूरा नाम 'यूरेनियम २३८' है।

परन्तु, यूरेनियम की सिर्फ यह एक ही किस्म नहीं है; और भी दूसरी कुछ किस्में हैं, जिनमें १४१, १४३ और १४७ न्यूट्रन होते हैं। उन सयमें, प्रोटन तो वही ६२ ही होते हैं और, इस कारण, उन सयके रासायनिक गुण भी एक समान ही होते हैं। क्योंकि एक अणु का समूचा बोझ-भार उसके नाभिक के प्रोटनों और न्यूट्रनों की संयुक्त संख्या में ही होता है, इसलिये यूरेनियम की इन तीनों किस्मों के आणविक भार क्रमसे २३३, २३५, और २३६ होते हैं और उनको, एक दूसरे से अलग व्यवहार करने के लिये, क्रमसे यूरेनियम २३३, यूरेनियम २३५ और यूरेनियम २३६ कहते हैं।

एक ही मूल-तत्व की इन भिन्न-भिन्न किस्मों को, जिन सबके एक ही रासायनिक गुण होते हैं परन्तु भार अलग-अलग और न्यूट्रॉनों की संख्याएँ भी अलग-अलग होती हैं, उस मूल तत्व के 'आइसोटोप' (isotopes) कहते हैं। अधिकांश आइसोटोप तो ऐसे दिखते हैं मानो उन पर कोई एक तनाव पड़ रहा हो। उस तनाव के कारण उनमें लगातार एक विकिरण या विकिराव होता रहता है, और इस विकिराव की क्रिया में वह आइसोटोप भांति-भांति के कणों और किरणों को उगलते रहते हैं। इस प्रकार, वह रेडियो-धर्मी या विकिरणशील (radio active) हैं और उनको 'रेडियो-आइसोटोप' कहते हैं।

जो मूल-तत्व, स्वभाव से ही, विकिरण-शील होते हैं, उनके 'आइसोटोपों' को तो हम, बहुत पहिले से ही, जानते आ रहे हैं; क्योंकि वह कुछ विशिष्ट किरणों को उद्गीर्ण करते रहते हैं। परन्तु, आणविक विज्ञान तो, और भी आगे बढ़कर, अनेक भांति के नये आइसोटोपों का मिरजन कर चुका है। इन ६२ मूल-तत्वों में, करीब-करीब, सब तत्वों पर ही, इस विज्ञान ने, ऊँचे-वेगों के प्रोटनों को गोले बनाकर चमचारी की है। मूल तत्वों पर ऐसी चमचारी करने के लिये बड़े बड़े 'साइक्लोट्रॉन' (cyclotron) यन्त्र बनाए गए हैं। साइक्लोट्रॉनों में तो जहाँ प्रोटनों के गोले बरसाये जाते हैं, वही, उतने ही बड़े 'आणविक रीएक्टरों' (atomic reactors) में न्यूट्रॉनों के गोले दाने जाते हैं; परन्तु शिकार तो दोनों में एक ही है—मूल तत्व। इन तत्वों

के धाणविक नाभिकों पर भीषण गोळाबारी कर, या तो उनमें कुछ और न्यूट्रन बढ़ा दिए जाते हैं या कुछ न्यूट्रनों को उनमें से निकाल लिया जाता है ; परिणाम होते हैं भिन्न-भिन्न क्रियों के 'आइसोटोप' जो, कुछ तो स्थिर होते हैं परन्तु अधिकांश होते हैं विकिरण-शील ।

इस प्रकार सभी रासायनिक तत्वों के कुछ मिठाकर १००० से भी अधिक आइसोटोप आज जाने जा चुके हैं । न केवल यही वैज्ञानिकों ने तो अपनी प्रयोगशालाओं में यूरेनियम तत्व में, भिन्न-भिन्न सतहों पर, प्रोटनों और न्यूट्रनों को जोड़-जोड़ कर थिलकुल नये और भी ६ मूल तत्व बना डाले हैं ।

विश्व-प्रकृति ने तो यूरेनियम तक आकर अपने हाथ खींच लिये, परन्तु और अधिक पाने की मनुष्य की प्यास न बुझी । प्रकृति से और अधिक कुछ मिलता न देखकर वह अपनी प्रयोगशालाओं की ओर मुड़ा और उनके बल पर उसने यूरेनियम से भी आगे के ६ तत्व और भी बना डाले । संख्या ६३ और ६४ के तत्वों को उसने क्रमशः नेप्चूनियम और प्लूटोनियम नाम दिये । प्लूटो ग्रह के बाद सौर परिवार के किसी अन्य ज्ञात ग्रह के न होने के कारण आगे के मूल तत्वों के नाम राष्ट्र, नगर और व्यक्ति-विशेष पर रखे गए । तत्व-संख्या ६५ को 'अमेरिकम', ६६ को 'क्यूरियम' (रेडियम के आविष्कर्ता के सम्मान में) ६७ को 'बर्केलियम' (उस शहर के

सम्मान में जहाँ यह बनाया गया) और ६८ को 'कैलीफोर्नियम' (अमेरिका के एक राज्य के नाम पर) कहा गया।

नवम्बर सन् १९५२ ई० में प्रशान्त महासागर पर एक 'ताप-नाभिक' (thermonuclear) अथ 'टेस्ट माइक' (test miko) के विस्फोट में कुछ रेडियम-धर्मी मलबा इकट्ठा हो गया था। उस प्रयोग में शरीक कुछ वैज्ञानिकों ने उस मलबे से दो और भी नये मूल-तत्वों को अलग कर निकाला। इनमें से एक तो है तत्व संख्या ६६ और दूसरा है संख्या १००।

अमेरिका के एक मासिक पत्र 'दी फीजिकल रीव्यू' The Physical Review. में प्रकाशित एक सुले पत्र में इन वैज्ञानिकों ने उन भूल तत्वों के निर्माण की प्रक्रिया पर प्रकाश डाला है। उक्त विस्फोट से मुक्त हुए 'न्यूट्रन' कणों ने जब यूरेनियम २३८ के अणुओं पर आपात किया तो वह (न्यूट्रन) इन अणुओं के नाभिकों द्वारा पकड़ लिये गये।

तत्व संख्या ६६ के निर्माण में यूरेनियम २३८ के अणु-नाभिक ने १५ न्यूट्रनों को पकड़ा और उनके लिये जगह खाड़ी करने के हेतु अपने ७ 'घीटा' कणों (एलेक्ट्रनों) को बाहर निकाल दिया। इस प्रकार निकाले गये प्रत्येक 'घीटाकण' का यह अर्थ हुआ कि उन कैद किये गये न्यूट्रनों में से ७ न्यूट्रन तो 'प्रोटन' कण बन गये। यूरेनियम २३८ के एक सामान्य अणु के नाभिक में ६२ प्रोटन और १४६ न्यूट्रन होते हैं। अब उस नाभिक में ७ और 'प्रोटन' जुड़कर वहाँ ६९ प्रोटन हो गए। बाकी बचे कैद

न्यूट्रन ; जो अपने मूल रूप में ही रहकर उस नाभिक के १४६ न्यूट्रनों में मिल गये और तब उसमें कुल १५४ न्यूट्रन हो गये। इस प्रकार यह एक नया तत्व ९६ बन गया जिसका कुल भार २५३ हुआ।

सौधे तत्व को बनाने के लिए यूरैनियम २३८ के अणु-नाभिक ने एक विस्फोट में मुक्त हुए १७ न्यूट्रनों को पकड़ा और उनके लिए अपने आठ 'घीटा' कणों को निकाल बाहर फेंका। आगे की प्रक्रिया ठीक वही थी जिसका हमने ऊपर उल्लेख किया है। क्रम-संख्या १०० के इस नव-निर्मित मूल तत्व में १०० प्रोटन कण और १५५ न्यूट्रन कण हो गये और इसका कुल भार २५५ हुआ। इन वैज्ञानिकों ने सुझाव दिया है कि तत्व ९६ को 'आइन्स्टीनियम' (Einsteinium ; अल्बर्ट आइन्स्टीन की स्मृति में) और तत्व १०० को फर्मियम (Fermium ; एन्रीको फर्मी के नाम पर) नाम दिए जायें। विस्फोट की प्रक्रिया में स्वतः निर्मित इन दोनों मूल तत्वों को उक्त घटना के बाद आकों के इन्डाहो मैटीरियल्स टेस्टिंग रीएक्टर में वैज्ञानिकों ने अपने प्रयोगों द्वारा भी बनाया। उन प्रयोगों में उन्होंने कृत्रिम मूल-तत्व प्लूटोनियम (क्रम-संख्या ९४) को न्यूट्रन कणों की उचित सुराक देकर ही ऐसा किया था।

तत्वों की १००वीं संख्या पर आकर भी वैज्ञानिक चुप न बैठे। प्रयोगों का क्रम जारी रहा और ता० ३० अप्रैल सन् १९५५ ई० के दिन डा० ग्लेन सीबोर्ग (Dr. Glenn Seaborg) ने

वाशिंगटन नगर में अमेरिकन फीजिकल सोसाइटी की एक बैठक में अबतक के सबसे भारी मूलतत्व १०१ को बना चुकने की घोषणा की। इस तत्व को तो तुरन्त 'मेन्डेलेवियम' नाम भी दे दिया गया।

इस प्रकार मूलतत्वों के निर्माण में मनुष्य ने प्रकृति से होड़ लगाई और देखने में तो वह कुछ आगे बढ़ा भी। परन्तु वास्तव में उसका यह एक दम्भ मात्र है। मनुष्य की यह सब आणविक दुरचेष्टाएँ कुछ क्षणों तक ही जीवित रहती हैं। मनुष्य के बनाए हुए यह सब कृत्रिम तत्व अपने स्वरूपों को ज्यादा देर तक बनाए नहीं रख सकते। ऐसा मालूम होता है कि नाभिकों को टड़ता से जड़ रखने वाली शक्तियाँ यूरेनियम (तत्व-संख्या ९२) के और आगे ठीक काम नहीं करती। यूरेनियम से बड़े अणु या तो स्वयमेव बिखर पड़ते हैं अथवा वह 'रेडियो-सक्रिय' (radio-active) विकरण की क्रिया द्वारा निचले मूलतत्वों में परिणत हो जाते हैं। यही कारण है कि विश्व-प्रकृति में यूरेनियम से भारी और कोई मूलतत्व क्यों नहीं पाये जाते।

कृत्रिम मूलतत्वों का परिचय देकर अब हम फिर अपने प्रस्तुत विषय (अणु-विघटन) की ओर लौट पड़ते हैं।

बाह्य 'देश' से आती हुई किसी एक विश्व-किरण का ही एक भगोड़ा न्यूट्रन जब यूरेनियम के उस वर्ग पर, जिसे यूरेनियम २३५ कहते हैं, आघात करता है तो वह एक ही साथ बिखर पड़ता है और अपने कुछ न्यूट्रनों को बाहर फेंक देता है। ऐसा

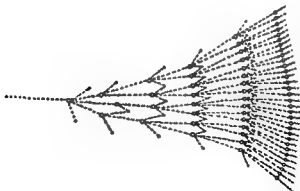
एक न्यूट्रन जब यूरेनियम २३८ के एक अणु पर हमला करता है तो वह वही गिरफ्तार कर लिया जाता है। इस गिरफ्तार-शुदा न्यूट्रन के और मिल जाने पर वह यूरेनियम २३८ भी २३६ बन जाता है। अपनी बारी में यूरेनियम २३६ भी एक अधिक जटिल नाभिक प्रतिक्रिया में होकर गुजरता हुआ 'प्लूटोनियम' (plutonium) बन बैठता है जिसका भार २४० होता है।

यूरेनियम २३५ के ही एक अणु का कोई एक न्यूट्रन जब प्लूटोनियम के एक अणु पर आघात करता है तो उस अणु के दो टुकड़े हो जाते हैं। इस विस्फटन के परिणाम होते हैं हलके सूक्ष्मत्वों के छोटे-छोटे अणु। परन्तु एक महत्वपूर्ण बात यह होती है कि जब विस्फटन होता है तो प्लूटोनियम के नाभिक को भीतर से बाँधकर रखने वाली शक्ति का कुछ भाग भी बाहर निकल पड़ता है और प्लूटोनियम का अणु न केवल दूँटा हो है, अपितु उसके दूटे हुए टुकड़े प्रचण्ड शक्ति के साथ दूर-दूर उड़ पड़ते हैं। वस, यही प्रतिक्रिया उस भयावह अणु-बम की मूल आधार है।

एक बम में ; जब एक अणु का विस्फोट होता है तो उस अणु की कसी हुई गुद्दी में से छूटकर कुछ न्यूट्रन अत्यन्त तेज वेग से निकल भागते हैं और पास-पड़ोस के दूसरे अणुओं पर प्रचण्ड धाट्टमण करके उनका भी विस्फोट कर देते हैं। अब इन दूटे हुए अणुओं में से निकल-निकल कर अधिकाधिक न्यूट्रन अपने पड़ोसियों की तोड़-फोड़ करते हुए उनकी गुद्दी में बंद

अपने जाति-भाइयों को मुक्त करते जाते हैं और इस प्रकार, यह गूदगुदा चारों ओर विस्तार खाती हुई बढ़ती जाती है। यह सारी बातें, हमारी कल्पना से भी परे, इतनी शीघ्रता से होती हैं कि एक सेकण्ड के दस लाखवें भाग में ($\frac{1}{10,000,000}$ सेकण्ड में) अणु-धन का समूचा द्रव्य उस वर्णनातीत विस्फोट में टूट पड़ता है जिसने जापान के हिरोशिमा और नागासाकी नामक शहरों को धराद फर दुनियाँ को रहला कर ही रख दिया।

रेखा-चित्र ३७ में हम ऐसी एक नाभिक प्रतिक्रिया का भद्दा सा (क्योंकि इसके सिवाय और कोई चारा ही नहीं) रूपण करते हैं। इसमें एक अकेले धणु की प्रतिक्रिया-गूदगुदा दिखाई गई है।



रेखा-चित्र ३७

विनाश और विध्वंस के इस भयजनक प्रसङ्ग को यही

एक न्यूट्रन जब :

है तो वह यही :

शुद्ध न्यूट्रन के :

पन जाता है । ७

जटिल नाभिक ■

(plutonium)

यूरेनियम २३५

प्लूटोनियम के एक

दो टुकड़े हो जाते

मूलतः के छोटे

होती है कि जब :

को भीतर से घाघ

निकल पड़ता है अ

है, अपितु उसके टू

पड़ते हैं। घस, या

आधार है ।

एक वम में ;

अणु की कसी हुई :

वेग से निकल भाग

प्रचण्ड आक्रमण क

टूटे हुए अणुओं में

अपने

की हालत तो यह है कि सभी 'आणविक रीएक्टर' सिर्फ ताप ही पैदा करते हैं और नाभिक-शक्ति को सिर्फ ताप के रूप में ही, उपयोग में लाया जा सकता है।

हम आज मशीनों के युग में रह रहे हैं—बड़ी-बड़ी मशीनों के, जो हमारे दैनिक जीवन की प्रत्येक छोटी बड़ी आवश्यक वस्तुओं को विशाल परिमाण में पैदा करती हैं। वास्तव में, हमारी आज की सभ्यता की नींव मशीनों पर ही रखी हुई है। इसलिए स्वभावतः हमारे सामने यही प्रश्न आता है कि नाभिक-रीएक्टरों में उत्पन्न तापको (क्योंकि नाभिक के विस्फोट से मुक्त 'शक्ति', यहाँ, ताप में परिणत होकर ही रह सकती है) किस प्रकार पकड़ कर उसके द्वारा मशीनों को चलाया जाय। इन 'रीएक्टरों' का निर्माण करते समय यही प्रश्न प्रमुख रहता है कि किस प्रकार अधिक से अधिक ताप को पकड़ कर उससे 'चालक-चल' या 'विद्युत्-चल' का काम लिया जाय, ताकि विस्फोट करने वाले अणुओं की मुक्त की हुई प्रचण्ड शक्ति व्यर्थ तोड़-फोड़ में न खीज जाय।

एक 'रीएक्टर' को खड़ा करने और उससे काम लेने में प्रचुर धन-राशि खर्च होती है, और उतना ही खर्चोटा है उसका धन-यूरेनियम। यह बात देखते हुए यह प्रश्न खड़ा हो जाता है कि क्या हम इतनी काफी मात्रा में 'ताप' को पकड़ तो सकेंगे ताकि वह अपने ऊपर खर्च की गई इस विशाल रकम को, कई गुना अधिक, वापिस 'खीटा' सके ? हमें यह भी देखना होगा

कि इस प्रकार प्राप्त किए गये ताप से जो 'चालक-घल' (विद्युत्-घल) उत्पन्न होगा उसका उत्पादन-व्यय, कोयलों और दूसरे चालू ईंधनों से उत्पन्न 'घल' के उत्पादन-व्यय की तुलना में कैसा है ?

इस काम में खतरे भी बहुत हैं ; विस्फोट के कारण अणु के नाभिक से मुक्त होने वाले न्यूट्रन-कण अत्यन्त ऊँचे वेग के होते हैं और इस कारण, यदि वह उचित नियन्त्रण में न रखे जाय तो न केवल कार्य-कर्ताओं के प्राणों को संकट में डाल देते हैं, अपितु स्वयं 'रीएक्टर' को भी चूर-चूर कर देते हैं। जिन अणुओं पर यह आघात करते हैं उनको भी विकरण-शील आइसोटोपों के रूप में बदल देते हैं जो स्वयं खतरनाक होते हैं। इस कारण, किसी भी सीधे वषाय से 'शक्ति-ताप' को रीएक्टर के बाहर नहीं निकाला जा सकता। रीएक्टर के भीतर जो ठण्डा करने वाला 'द्रव' बहता रहता है वह भी विकरण-शील हो जाता है और इस कारण, किसी कारखाने के इन्जिन को चलाने के काम में नहीं लिया जा सकता।

अधिक प्रचलित एक रीएक्टर में, ठण्डा करने वाला यह 'द्रव' सोडियम-घातु होता है। रीएक्टर से, नलों के भीतर बहता हुआ, यह द्रव 'ताप-परिवर्तक' heat exchanger में चला जाता है जहाँ पानी के द्वारा यह स्वयं ठण्डा किया जाता है, और इस प्रकार स्वयं ठण्डा होकर यह द्रव फिर उस रीएक्टर को एक बार और ठण्डा करने के लिए, उसमें ही छोड़ जाता है।

‘ताप परिवर्तक’ का पानी, उस ‘द्रव’ को तो ठण्डा कर देता है, परन्तु उसका ताप अपने में सोख कर स्वयं भाप बन जाता है। यह भाप खतरनाक नहीं होती क्योंकि विकरण-शील ‘सोडियम द्रव’, जिसका उल्लेख हम पिछले अवच्छेद में कर आये हैं और जिसको ठण्डा करने की क्रिया में ही पानी भाप बन जाता है, न्यूट्रन-कणों को चट्टीर्ण नहीं करता है और इस कारण उस पानी अथवा उसकी भाप को प्रभावित नहीं करता। इस भाप को एक टर्बाइन steam turbine के भीतर जाने दिया जाता है जहाँ जाकर इस भापकी ऊँचे दबावकी शक्ति उस टर्बाइनको नचा कर उसमें से विद्युत-बल उत्पन्न कर देती है। इस प्रकार, एक दूसरे के बाद होने वाले कुछ दर्जों में जाकर, विस्फोट करने वाले प्लूटोनियम अथवा यूरेनियम अणुओंकी मूल शक्ति, विद्युत्-घर power house से विद्युत् की तरङ्गों के रूप में प्रगट होती है।

इससे यह तो स्पष्ट है कि ‘नाभिक-रीएक्टर’ शक्ति के महज स्रोत ही हैं। किसी एक बड़े विद्युत्-घर में यदि एक रीएक्टर बैठाया जाय तो वह केवल कोयले की भट्टी की जगह ही होगा, बाकी सब यन्त्र उसमें ज्यों के त्यों ही रहेंगे।

नाभिक-रीएक्टर भी अनेक भाँति के होते हैं। उनके सभी अङ्ग प्रायः एक ही समान होते हैं; फर्क सिर्फ ऊँचे नीचे दर्जों का ही होता है। उनका ईंधन भी हमेशा वही होता है—यूरेनियम २३३ ; २३५ अथवा प्लूटोनियम। इनमें के किसी एक का अणु जब विस्फोट करता है तो वह, अपने बराबर वजन के कोयले के

जलने से अत्यन्त होने वाले ताप का ३० लाख गुना ताप मुक्त करता है।

विस्फोट करने वाले पदार्थों का, शुद्ध रूप में, मिलना अत्यन्त दुर्लभ है और उनको बनाना बड़ा खर्चीला है। प्रकृति में मिलने वाले यूरेनियम के सभी खनिज टुकड़ों में यूरेनियम २३५ उनका सिर्फ ०.७% भाग ही होता है। क्योंकि यूरेनियम २३८ के ९९.३% भाग के साथ यूरेनियम २३५ का ०.७% भाग काफी पुछा मिठा होता है, इसलिए अत्यन्त जटिल और खर्चीली प्रक्रियाओं द्वारा ही यह उससे अलग किया जा सकता है। प्लूटोनियम भी, यूरेनियम २३८ से, सिर्फ एक रीएक्टर में ही बनाया जा सकता है; और इसी प्रकार, थोरियम धातु से यूरेनियम २३३ बनाया जा सकता है। इस कारण ही, इन सब शुद्ध विस्फोटक पदार्थों को बनाने का खर्च, प्रति पाउण्ड हजार डालर पर जाता है। औद्योगिक कार्यों के लिए 'नाभिक-बल' बनाने में, ज्यादातर, कम शुद्ध रूपों के विस्फोटक ही यहाँ जाते हैं—ऐसे रूप जिनमें साधारण यूरेनियम को ही कुछ विस्फोटक चीजें और मिलाकर सिर्फ 'अधिक शक्ति-पूर्ण' enriched कर दिया जाता है।

एक रीएक्टर में प्लूटोनियम बनाने के लिए ऊँचे दर्जे के यूरेनियम-२३५ को ही इंधन किया जाता है। यह रीएक्टर तब 'घर' यूरेनियम-२३८ को प्लूटोनियम में बदल देता है। फिर रासायनिक क्रियाओं से, शुद्ध रूप में अलग क

लिया जाता है और धम बनाने अथवा दूसरे रीएक्टर में ईंधन बनाने के लिए उसको चरतते हैं। यदि रीएक्टर में सिर्फ 'विद्युत्-बल' ही उत्पन्न करना हो तो 'अधिक-शक्ति पूर्ण' enriched यूरेनियम को ईंधन बनाया जायगा। प्रत्येक रीएक्टर में एक 'मोडरेटर' moderator आवश्यक रहता है, चाहे वह मैफाइट हो, भारी पानी हो अथवा बेरीलियम हो। इस 'माडरेटर' या उन पदार्थों का, जिन्हें हम गिना चुके हैं, यह काम होता है कि हजारों मील प्रति सेकण्ड के वेग से दौड़ने वाले न्यूट्रनों के वेग को इतना मन्द कर दें कि यूरेनियम के अणु उनको (न्यूट्रनों को) आसानी से पकड़ सकें और विस्फोट करा सकें।

प्रत्येक रीएक्टर में कुछ ऐसे द्रव्य और भी होने जरूरी हैं जो उन न्यूट्रनों को पकड़ तो लें, परन्तु उनके द्वारा स्वयं विस्फोटित न हो सकें। इस मतलब के लिए ज्यादातर कैडमियम cadmium धातु का ही उपयोग किया जाता है। यह धातु, भागने वाले न्यूट्रनों की संख्या को कम कर देता है और विस्फोट की प्रति-क्रिया की मात्रा पर कायू भी रखता है। कैडमियम को मोटे मोटे टुकड़ों के रूप में ही काम में लेते हैं। जब ऐसा मामूल्म हो कि विस्फोट की प्रति-क्रिया, आवश्यक से अधिक तेजी से हो रही है तो उन टुकड़ों को रीएक्टर में घुसा दिया जाता है जिससे विस्फोट की प्रति-क्रिया मन्द पड़ जाय। यदि प्रति-क्रिया को एकदम रोक देना हो और रीएक्टर के काम को एक घार बन्द कर देना हो, तो इन टुकड़ों को ठेठ तक पूरा घुसेड़ दिया जाता

है। इस प्रकार कैडमियम के इन दण्डों की बदौलत विस्फोट की प्रतिक्रियाओं के वेग और विद्युत्-बल की उत्पत्ति का वेग, दोनों काबू में रखे जाते हैं; और किसी एक भगोड़ी प्रतिक्रिया और एक अवाञ्छित विस्फोट के खतरे भी टाले जाते हैं।

प्रत्येक रीएक्टर में ऐसे भी साधन होने जरूरी हैं जो 'ताप' को दूर अलग ले जा सकें। यह, इसलिए जरूरी है ताकि अत्यधिक ताप के कारण रीएक्टर ही स्वयं पिघल न जाय। सभी भाँति के रीएक्टरों पर यह बात समान रूप में लागू है। जो रीएक्टर विद्युत्-बल का उत्पादन करते हैं, उनमें ठण्डा करने वाला द्रव, जिसका वर्णन हम पीछे कर आये हैं, एक महत्वपूर्ण भाग लेता है।

अन्त में, प्रत्येक रीएक्टर में एक ऐसी समर्थ ढाल भी होनी जरूरी है जो विस्फोट की प्रतिक्रियाओं में से भाग निकलने वाले न्यूट्रॉनों को सोख सके जिससे वह उस कमरे में न आ पुँस जहाँ बैज्ञानिक और उनके सहकारी बैठे काम करते हों। शीशे की धातु या सीमेन्ट-कंकरीट अथवा दोनों की ही बनी हुई मोटी-मोटी दीवारें ही इस ढाल का काम देती हैं। बिना एक ऐसी ढाल हुए, किसी भी रीएक्टर पर, सुरक्षा के साथ, काम नहीं किया जा सकता और इस कारण यह सम्भव नहीं मान्य होता कि मोटर-गाड़ियों को चलाने और मकानों को गरम रखने में इन रीएक्टरों का उपयोग हो भी सकेगा क्योंकि अबेड़ी यह ढाल ही सैद्धाँत मन यजन की हो जायगी। विद्युत्-बलकों के

उत्पादक एक बड़े 'विद्युत्-घर' (power house) में अथवा एक बड़े जल-घोत में तो यह भारी ढाल बैठाई भी जा सकेगी परन्तु वायु-यानों में आणविक इंधन लगाने की राह में तो यह ढाल बड़ी कठिन रुकावट डाले रहेगी ।

मई सन् १९५३ ई० तक तो यही लगता था, जैसे कि इस नव-प्राप्त नाभिक-शक्ति को मनुष्य की सेवा में लगा पाने का स्वप्न महज एक सुखद कल्पना ही बना रहेगा । इस शक्ति के सर्व-सुलभ उपयोग में दो बड़ी बाधाएँ थी; प्रथम तो शुद्ध प्लैस्टोचक ईंधन का बहुत महंगा पड़ जाना और दूसरे यह अनिश्चितता कि पृथ्वी पर 'आणविक उपयोग-धन्धों के युग' को छाने के लिए काफी तादाद में यूरेनियम धातु मिल भी सकेगा या नहीं । परन्तु, धन्य है उन अमेरिकन वैज्ञानिकों को, जिन्होंने अपने अधिक परिश्रम और असाधारण लगन के साथ शोध करते हुए, आखिर एक 'ब्रीडर रीएक्टर' (a 'breeder' reactor) को बना ही डाला । इसरीएकर को बनाकर उन्होंने, एक ही घाट में, उक्त दोनों बाधाओं को दूर कर डाला — यूरेनियम की सुलभ होने वाली राशि को १४० गुना अधिक कर दिया और ईंधन के व्यय को, करीब-करीब, शून्य जैसा ही कर दिया । मनुष्य-जाति की सेवा में किए गये उनके इस अनुदान का महत्व अभी पूरा तो नहीं आँका जा सका है, परन्तु 'ब्रीडर रीएक्टर' ने, आज, नाभिक-शक्ति-उत्पादन के भविष्य को काफी उज्ज्वल बना दिया है ।

यह रीएकर 'विद्युत्-बल' तो व्यपन्न करता ही है परन्तु, साथ ही साथ, वह इतना नया विस्फोटक पदार्थ भी और बनाता रहता है, जितना वह स्वयं अपने आप क्षर्ष करता है; शायद कुछ अधिक ही बनाता है। एक बड़ती नजर से देखने पर तो यह बात असम्भव-सी ही लगती है—इतनी असम्भव जितनी कि कोयले की एक भट्टी की कल्पना जो ताप व्यपन्न करने में ठनों कोयलों को जला भी ढाळे और अन्त में, जलाये गये कोयलों की अपेक्षा अधिक ताजे कोयले रखे भी रहे। यदि ऐसा हो सके; यदि कोयले की ऐसी एक भट्टी तथ्य बन जाय तो १—ऐसी भट्टी न केवल बिना किसी ईंधन-क्षर्ष के हमारा काम भी चला दे, अपितु दूसरे उपभोक्ताओं को नये ताजे कोयले बेचने का भी हमें मौका दे दे। कोयले की ऐसी एक भट्टी का हमारा स्वप्न तो शायद पूरा न हो और एक असम्भव कल्पना ही बना रहे, परन्तु एक 'प्रोडर रीएकर' में आणविक ईंधन का यह चमत्कार तो, आज, एक वास्तविक सत्य है।

यह चमत्कार, आखिर, सम्भव कैसे होता है? यह तो हम पीछे लिख ही आये हैं कि जब यूरेनियम-२३५ का एक अणु विस्फोट करता है, तो उसमेंसे अत्यन्त ऊँचे वेगों के अनेक न्यूट्रन निकल पड़ते हैं। यदि विस्फोट की प्रतिक्रिया पाद्य ही रहे, तो उनमें का कोई एक न्यूट्रन, यूरेनियम—२३५ के किसी दूसरे एक अणु पर, अवश्य, आघात करेगा; जिससे यह पिघला अणु भी, अपनी गारी में, विस्फोट करेगा। उस विस्फोट की क्रिया

में, यदि दो न्यूट्रन निकल पड़े हों, तो उनमें का एक न्यूट्रन तो उस क्रिया को और आगे बढ़ाता जायगा ; जब कि दूसरा न्यूट्रन, अपने मार्ग में रखे हुए साधारण यूरेनियम (जो विस्फोट न करता है) पर आघात कर उसे 'प्लूटोनियम' में परिवर्तित कर देगा । यह नव-निर्मित प्लूटोनियम, यूरेनियम—२३५ की तरह ही विस्फोटक होगा, और इस प्रकार, उस ईंधन की वही पुरानी विस्फोट-शक्ति, फिर लौटकर, उसमें आ जायगी । यदि यूरेनियम—२३५ का विस्फोट, हमेशा, दो न्यूट्रनों को उगलता रहे और, यदि उक्त दोनों ही क्रियाएँ, शत प्रतिशत, कारगर होती रहें, तो यह भट्टी (मीडिल रीएक्टर) 'सस्ते प्राकृतिक यूरेनियम—२३८' में से अपना ईंधन, स्वयं ही लगातार बनाती रहेगी । अब, सिर्फ दो ही प्रश्न रह जाते हैं ; प्रथम तो यूरेनियम—२३५, अपने विस्फोट में, कितने न्यूट्रन-कणों को उगलेगा ; और दूसरे, यह ममूची प्रक्रिया कितनी दक्ष और कारगर होगी ?

विस्फोट की क्रिया में कितने न्यूट्रन निकलते हैं, इसकी कोई शुद्ध संख्या, अभी तक, उन वैज्ञानिकों ने प्रकट नहीं की है । परन्तु, उन्होंने यह तो बतला ही दिया है कि ऐसे न्यूट्रन 'दो से अधिक' तो होते ही हैं । इन शब्दों से यह ध्वनि तो अवश्य निकलती है कि रीएक्टर में लगे हुए कैडमियम के डण्डों और दूसरे अक्रिय द्रव्यों पर आघात करते हुए कुछ न्यूट्रन भले ही खो जाय ; फिर भी, हर हालत में दो ऐसे न्यूट्रन होंगे ही जिनमें

से एक तो उस विस्फोट की प्रतिक्रिया को आगे बढ़ा देगा और दूसरा न्यूट्रन ताजा ईंधन निर्माण कर देगा। यदि उन दोनों न्यूट्रनों के साथ तीसरा एक न्यूट्रन और भी हो, तो अधिक सम्भावना इसी बात की है कि वह रीएक्टर अपनी स्वयं से अधिक ईंधन तैयार भी कर देगा।

थोरियम खनिज धातु के विषय में तो हमें पूरा विश्वास है, और हम अच्छी तरह जान भी गये हैं, कि इसके व्यवहार में स्वयं से अधिक ईंधन तैयार होता ही है। मूल ईंधन तो यही भी, यूरेनियम-२३५ ही है। अगर यूरेनियम-२३५ का एक न्यूट्रन, थोरियम-२३२ के एक अणु पर आघात करेगा (और थोरियम-२३२ स्वयं विस्फोटक नहीं है) तो वह अणु बल्ल कर यूरेनियम-२३३ का एक अणु बन जायगा, जो विस्फोटक होगा। यह प्रतिक्रिया इतनी फारगर होगी कि इसमें यूरेनियम-२३५ की अपेक्षा यूरेनियम-२३३ ही अधिक बनेगा। इस प्रकार, स्वयं से अधिक ईंधन तैयार होने का मतलब ही होगा कि उस अधिक ईंधन को दूसरे उपभोक्ताओं के हाथ बेचा जाय। इस बिक्री से जो आय होगी, वह 'नामिक रीएक्टर' में उत्पन्न 'विद्युत-बल' के कुल व्यय को काफी कम कर देगी।

इन दोनों ही अवस्थाओं में—यूरेनियम और थोरियम के व्यवहारों में—अधिक सुलभ और अधिक सस्ते द्रव्य, यूरेनियम और थोरियम ही आणविक ईंधनों के रूपों में परिवर्तित कर दिए जायेंगे। इस नये रीएक्टर का मुख्य काम ही यह होगा कि

पृथ्वी की खानों में पाए जाने वाले सभी यूरेनियम और थोरियम खनिज बढ़ते जाकर नाभिक-शक्ति और 'बल' पैदा करने के अत्यन्त सस्ते ईंधन बना दिए जायेंगे ; और हमें यूरेनियम-२३५ के रूप में प्राप्त ०.७% यूरेनियम ईंधन की दुर्लभ मात्रा पर ही निर्भर रहना न होगा ।

जिस 'मॉडर रीएक्टर' ने आज हमें यह सब जानकारी देकर हमारे सुन्दर भविष्य को मूर्त रूप दिया है, वह स्वयं एक छोटा संस्थान है, जिसमें २५० किलोवाट बिजली पैदा होती है । एक छोटे शहर की सभी आवश्यकताओं के लिये तो यह काफी है । इस रीएक्टर के मध्यभाग में विस्फोटक यूरेनियम-२३५ का एक गोल टुकड़ा रहता है जो हमारे खेलने के एक फुटबाल गेंद के बराबर है । इस टुकड़े के चारों ओर साधारण यूरेनियम-२३८ का एक मोटा और गोल 'सीलिन्डर' होता है जो न्यूट्रॉनों को पकड़-पकड़ कर, स्वयं प्लूटोनियम बनता रहता है । इस क्रिया में, उस सक्रिय गोल टुकड़े (यूरेनियम-२३५) के प्रत्येक क्यूबिक इंच से ४००० वाट के बराबर ताप उत्पन्न होता रहता है ।

तुलना के लिये, हमें यह ध्यान में रखना चाहिये कि 'तैल-चालित' एक वायलर, प्रतिक््यूबिक इंच तैल ईंधन से सिर्फ ६०० वाट ताप ही उत्पन्न करता है । इस मॉडर रीएक्टर में लगे हुए नलों में बहने वाले द्रव-सोडियम—के द्वारा उसमें उत्पन्न ताप को चढ़ाकर अलग ले जाया जाता है । रीएक्टर से बाहर निकलते समय इस सोडियम-द्रव का तापमान करीब '६०°

प्रहों का एक विश्व और भी है जो सब, विपरीत-धर्मी पदार्थ (anti-matter) की बनी हुई है ।

प्रत्यक्ष अनुभव और उस पर आधारित युक्तियों की राह चलने वाला विज्ञान इस विषय में अधिक तो कुछ नहीं कहता ; हाँ, हमारे परिचित विश्व का निर्माण करने वाले द्रव्य या पदार्थ के अणुओं के नाभिकों में रहने वाले प्रोटन और न्यूट्रन कणों से बिल्कुल उलटे गठन और गुणों के 'एन्टी-प्रोटन' और 'एन्टी-न्यूट्रन' (anti-protons and anti-neutrons) का साक्षात्कार तो यह (विज्ञान) कर ही चुका है ।

पिछले परिच्छेद में हम यह बता आये हैं कि एक प्रोटन में धन-विद्युत् की शक्ति होती है । अब यदि इस प्रोटन में धन-विद्युत् की बजाय ऋण-विद्युत् की शक्ति हो तो वही प्रोटन उलटे गठन और गुण का एक 'एन्टी-प्रोटन' बन जायेगा । एक प्रोटन के चारों ओर जहाँ ऋण-विद्युत् का एक कण एलेक्ट्रन घूमता रहता है वही इस 'एन्टी-प्रोटन' के चारों ओर घूमता हुआ होगा धन-विद्युत् का एक एलेक्ट्रन कण । अर्जन-अणुओं (hydrogen-atoms) को छोड़कर बाकी सब अणुओं के नाभिकों में न्यूट्रन कण भी होते हैं जो और सब बातों में प्रोटन की तरह होते हुए भी विद्युत् की किसी भी शक्ति से शून्य होते हैं । उलटे गठन के उस अणु के नाभिक में, जो हमारा प्रस्तुत विषय है, एन्टी-प्रोटनों एन्टी-न्यूट्रन भी होंगे ।

१९३३ ई० में ही वैज्ञानिकों को एक चौथे कण 'पोज़ीट्रन'

निर्दिष्ट था। सोचा जाता था कि ऐसा कोई कण यदि हो भी तो व्यावहारिक रूप में वह दुष्प्राप्य ही होगा।

सन् १९५१ ई० में अमेरिका में इण्डियाना विश्वविद्यालय के डाक्टर जे० जी० रिटेलक (Dr. J. G. Retallack) ने विश्व किरणों की एक बीछार की राह में फोटो लेने का एक प्लेट रक्खा। उन किरणों ने उस प्लेट पर कुछ ऐसे चिह्न अंकित किये जो, डा० रिटेलक के मत में, ऋण-विद्युतों एक प्रोटन द्वारा किये गये ही हो सकते थे। अमेरिका में ही मैसाचुसेट्स इन्स्टीट्यूट आफ टेक्नोलॉजी के डा० रोस्सी (Dr. Rossi) ने भी सन् १९५४ ई० में विश्व-किरणों का एक अनोखा फोटो प्राप्त किया जो एक ऋण-विद्युतीय प्रोटन के पद-चिह्नों का संभव है रहा था।

‘एन्टी-प्रोटन’ कण के जीवन-पुच्छ में २१ सितम्बर सन् १९५५ ई० का दिन चिर-स्मरणीय रहेगा; क्योंकि उस दिन कैलीफोर्निया विश्वविद्यालय के चार वैज्ञानिकों ने ठाँवे के एक लम्बे परन्तु शारीक ठुलड़े पर ऊँचे वेग से दौड़ने वाले प्रोटन कणों की बीछार कराने के लिये अपने बड़े ‘बीवैट्रन’ (Bevatron) यन्त्र का उपयोग किया। ‘बीवैट्रन’ एक यन्त्र का नाम है जो किसी भी विद्युत्-शक्तियुत एक कण को ६ अरब एलेक्ट्रन-वॉल्ट (electron volts) की शक्ति प्रदान कर उसे एक अत्यधिक ऊँचा गति-वेग दे देता है। अमेरिका के ‘एटोमिक एनर्जी कमीशन’ ने ऐसे ही कुछ कामों को करने के लिए इस यन्त्र का

निर्माण किया था। इस प्रचण्ड शक्ति को “६.२ बीव शक्ति” (6.2. Bevs.) कहते हैं।

इस प्रयोग में भाग लेने वाले वैज्ञानिक थे ; ओवेन चेम्बरलैन (Owen chamberlain), एमीलियोसीगर (Emilio-Segre) क्लाइड वीगेण्ड (Clyde Wiegand) और थॉमस सिलान्टीस (Thomas YPsilantis)।

इस महान् प्रयोग में तबि के अणु के एक न्यूट्रन पर उस कृत्रिम चोखार के एक प्रोटन ने ज़ब्र आघात किया तो उस गतिशील प्रोटन की वह प्रचण्ड शक्ति कण रूप में बदल गयी—अमूर्त शक्ति ही स्वयं एक मूर्त कण बन गयी। इस मुठभेड़ से दो कण निकल पड़े ; एक था हमारा परिचित सामान्य धन शक्तियुत प्रोटन कण और दूसरा था ऋण-शक्तियुत एक प्रोटन कण। इस नव-जात कण का नाम ‘एन्टी-प्रोटन (anti-proton) रखा गया। उसी साल, ओक्टोबर महीने में, इस नव-जात कण का द्रव्य-भार (mass) और शक्ति-बुति (charge) भी विस्तृत शुद्ध ज्ञान लिये गये।

कणों के इस एक जोड़े के निर्माण के इस प्रयोग में करीब दो बीव शक्ति (2 Bevs.) ही अपना रूप बदल कर एक कण, एन्टी-प्रोटन, बन गयी थी। अणु-बमों के निर्माण की प्रक्रिया से, जहाँ पदार्थ (matter) ही अपना रूप बदल कर शक्ति बन जाता है, वह ठीक उल्टी प्रक्रिया है; क्योंकि यहाँ शक्ति फिर पदार्थ बन जाती है।

अपने अस्तित्व को प्रमाणित करने के लिये इस कण को एक कठिन परीक्षा भी देनी पड़ी। कैडीकोर्नियार्ड के उन चार वैज्ञानिकों ने इस नव-ज्ञात कण से कुछ एक छिरण को 'मेन्ड' (Mazo) नामक एक गुलमुलैया यन्त्र पर फेंका। इस यन्त्र में अनेक ऐसे यन्त्र और भी लगे हुए थे जो चुम्बकीय क्षेत्रों और द्रव्य-मात्रा एवं गतियों को नापने के काम में लिये जाते हैं। इस गुलमुलैया की एक विशेषता यह थी कि दृष्टे गटन और गुणों का एक 'एन्टी-प्रोटन' कण हो उस के घुमावदार भागों से होकर बाहर निकल सकता था। प्रत्येक बाधा और रुकावट को लाँघकर कुछ थोड़े से कण ही उस पार बाहर आ सके। एक घात तो अवश्य हुई; यह चित्रयी कण ज्यादा देर टिक नहीं पाये। एक सेकण्ड के कुछ भाग के बीतते-बीतते ही ऐसे प्रत्येक कण की मुठभेड़ हमारे विश्व के एक सामान्य प्रोटन अथवा एक न्यूट्रन कण से हुई और इस दृष्ट-भुद्ध में दोनों ही लड़ाके कण आपस में कट करे।

इस प्रकार, 'एन्टी-प्रोटन' कणों को कृत्रिम रूप से बनाने में हमारे वैज्ञानिक सफल तो जरूर हो गए हैं; परन्तु फिलहाल वह अपनी इस सफलता से कोई व्यावहारिक लाभ भी नहीं उठा सके हैं। कारण यह है कि इन नव-ज्ञात कणों के साथ प्रोटनों और न्यूट्रनों की मानो जन्मजात शत्रुता है। जहाँ कहीं भी ऐसे विरोधी कण एक दूसरे के सम्पर्क में आते हैं, वहीं वह एक दूसरे से भिड़ पड़ते हैं और इस मुठभेड़ में दोनों ही अपनी

जानें गवाँ बैठते हैं। मरते समय उन दोनों ही प्रतिद्वन्द्वियों की जीवात्माएँ शक्ति की एक संयुक्त कौंध के रूपमें चमक कर निकल जाती हैं। इस बात को देखते हुए धन-शक्ति-युत प्रोटनों से तप्तोत्पन्न विश्व-प्रकृति में एन्टी-प्रोटनों को खोज पाने के प्रयास ने ही निरर्थक होंगे जितने कि डी०डी०टी० पूर्ण से भरी हुई ; थोतल में जीवित कृमियों को देख पाने के हमारे प्रयास।

जो कुछ हो ; सिद्धान्तवादी वैज्ञानिक तो आज यह सोच : फूले नहीं समाते हैं कि आखिर उन्होंने विश्व-प्रकृति के तुल्य-नियम (the balance of nature) को जान लिया ; जिस प्रकार शृण-विद्युत् के एक एलेक्ट्रॉन कण का प्रतिद्वन्द्वी ; 'पोजीट्रॉन' कण होता है, ठीक वसी प्रकार धन-विद्युत् के ; प्रोटन का प्रतिद्वन्द्वी होता है शृण-विद्युत् का एक प्रोटन कण ; 'एन्टी-प्रोटन' कण। एलेक्ट्रॉनों की दो विरुद्ध-धर्मी किस्में (लेक्ट्रॉन और पोजीट्रॉन) जैसे एक दूसरे का नाश करने को तर रहती हैं, वैसे ही प्रोटनों की यह दोनों किस्में (प्रोटन और डी-प्रोटन) भी वही काम करती हैं।

कैलीफोर्निया के एक प्रयोग का एक महत्व और भी है। वेद को पदार्थ में परिणत करने की क्रिया को इस प्रयोग ने यक्ष कर दिखाया है। एक 'एन्टी-प्रोटन' को बनाने में करीब ; अरब एलेक्ट्रॉन वाल्ट (electron volts) की शक्ति की आवश्यकता होती है। एक अणु-बम में पदार्थ को शक्ति में रणत करने पर अणु के विस्फोट से ठीक इतनी ही (एक अरब

एलेक्ट्रॉन बाल्ट) शक्ति का विकास होता है। युग-ट्रया अल्बर्ट आइन्स्टीन ने अपने प्रसिद्ध समीकरणों equations के रूप में जो बात बहुत पढ़े ही कह दी थी, आज हम उसे एक व्यावहारिक रूप दे पाये हैं। आइन्स्टीन के यह समीकरण थे :—

(१) शक्ति = पदार्थ × प्रकाश-वेग का वर्ग। $E=Mc^2$

(२) पदार्थ = शक्ति × प्रकाश-वेग का वर्ग। $M=E/c^2$

इतना सब होने पर भी हमारे लिये इस प्रयोग का कोई व्यावहारिक मूल्य नहीं है। विश्व में पदार्थ प्रचुर मात्रा में और इतनी मूल्यवान् शक्ति को व्यय कर उससे इतना सस्ता और सुलभ पदार्थ बनाने में बुद्धिमत्ता नहीं है।

एक सिद्धान्त के रूप में उल्टे गठन और गुणों के एक अणु (an anti-hydrogen atom) को बनाने की क्रिया के मार्ग को तो इस प्रयोग ने प्रशस्त कर दिया है। हम यह तो जानते ही हैं कि प्रकृति में पाई जानेवाली सामान्य उद्‌जन एक अणु के केन्द्र में धन-विद्युत् का एक प्रोटन कण होता है और उसके चारों ओर ऋण-विद्युत् का एक एलेक्ट्रॉन फेरी घेता रहता है। यदि हमें 'एन्टी-हाइड्रोजन' या विपरीत-धर्मी उद्‌जन बनानी हो तो इस क्रम को सहज उल्ट देना होगा—उसके अणु के केन्द्र में ऋण-विद्युत् के एक 'एन्टी-प्रोटन' कण को रख देना होगा जिसके चारों ओर चकर मारता हुआ होगा एक पोजिटिव ट्रॉन कण (धन-विद्युत् का एक एलेक्ट्रॉन कण)। यह दोनों विपरीत-धर्मी कण अब सुलभ हो चुके हैं। परन्तु ऐसा करने

एक दिक्कत, और बहुत बड़ी दिक्कत, यह होगी कि एक विपरीत गठन के उद्जन अणु को बनाकर भी उसे स्थायित्व देना असम्भव सा ही होगा ; क्योंकि यह विपरीत पदार्थ (anti-matter) हमारे विश्व के अपने सामान्य पदार्थ के साथ सह-अस्तित्व (Co-existence) कर ही नहीं पावेगा—बान्तुङ्ग कान्फरेन्स के पञ्चशील सिद्धान्तों से बँधे हुए जो यह दोनों कण न होंगे ! एक सेकन्ड के कुछ दस लाखवें भाग में ही यह विपरीत-पदार्थ, यदि कभी बनाया भी गया, अपने-आपको जीवित नहीं रख पावेगा ।

‘विपरीत पदार्थ’ (anti-matter) के और भी बड़े (उद्जन अणु से बड़े) अणुओं को बनाने के लिए ‘विपरीत-धर्मी न्यूट्रॉनों’ (anti-neutrons) की अपेक्षा होगी । न्यूट्रॉनों में ‘विद्युत्-शक्ति युतियाँ’ (electrical charges) नहीं होती हैं । उनमें केवल चुम्बकीय गुण (magnetic properties) ही होते हैं जिनको उल्ट कर विपरीत-भ्रंजी में करना होगा । कैलीफोर्निया के उक्त वैज्ञानिकों को धुन थी कि एन्टी-प्रोटॉनों द्वारा किन्हीं दूसरे कणों पर बमबारी कर वह शीघ्र ही कृत्रिम ‘विपरीत-धर्मी न्यूट्रॉन’ (anti-neutrons) भी बना डालेंगे ।

उनकी इस धुन को पूरा कर दिखाने के लिए उसी कैलीफोर्निया विश्वविद्यालय के और ही चार भौतिक-वैज्ञानिक आगे आये । १६ सितम्बर सन् १९५६ ई० को इन वैज्ञानिकों ने न्यूयार्क शहर में अपनी सफलता की घोषणा की । पिछले ६

एलेक्ट्रॉन वाल्ट) शक्ति का विकारा होता है। युग-द्रष्टा अल्बर्ट आइन्स्टीन ने अपने प्रसिद्ध समीकरणों equations के रूप में जो बात बहुत पहले ही कह दी थी, आज हम उसे एक व्यावहारिक रूप दे पाये हैं। आइन्स्टीन के यह समीकरण थे :—

(१) शक्ति = पदार्थ \times प्रकाश-वेग का वर्ग। $E = Mc^2$

(२) पदार्थ = शक्ति \times प्रकाश-वेग का वर्ग। $M = E/c^2$

इतना सब होने पर भी हमारे लिये इस प्रयोग का कोई व्यावहारिक मूल्य नहीं है। विश्व में पदार्थ प्रचुर मात्रा में है और इतनी मूल्यवान् शक्ति को व्यय कर उससे इतना सत्ता और सुख भव पदार्थ बनाने में बुद्धिमत्ता नहीं है।

एक सिद्धान्त के रूप में उल्टे गठन और गुणों के एक उद्-जन-अणु (an anti-hydrogen atom) को बनाने की क्रिया के मार्ग को तो इस प्रयोग ने प्रशस्त कर दिया है। हम यह तो जानते ही हैं कि प्रकृति में पाई जानेवाली सामान्य उद्-जन के एक अणु के केन्द्र में धन-विद्युत् का एक प्रोटन कण होता है और उसके चारों ओर ऋण-विद्युत् का एक एलेक्ट्रॉन फेरी देता रहता है। यदि हमें 'एन्टी-हाइड्रोजन' या विपरीत-धर्मी उद्-जन बनानी हो तो इस क्रम को महज उल्ट देना होगा—इसके अणु के केन्द्र में ऋण-विद्युत् के एक 'एन्टी-प्रोटन' कण को रखा देना होगा जिसके चारों ओर चकर मारता हुआ होगा एक पोजीट्रॉन कण (धन-विद्युत् का एक एलेक्ट्रॉन कण)। यह दोनों ही विपरीत-धर्मी कण अब सुख हो चुके हैं। परन्तु ऐसा करने में

एक दिक्कत, और बहुत बड़ी दिक्कत, यह होगी कि एक विपरीत गठन के उद्जन अणु को घनाकर भी उसे स्थायित्व देना असम्भव सा ही होगा ; क्योंकि यह विपरीत पदार्थ (anti-matter) हमारे विश्व के अपने सामान्य पदार्थ के साथ सह-अस्तित्व (Co-existence) कर ही नहीं पावेगा— बाम्बुक्क कान्फरेन्स के पञ्चशील सिद्धान्तों से बँधे हुए जो यह दोनों कण न होंगे ! एक सेकन्ड के कुछ दस लाखवें भाग में ही यह विपरीत-पदार्थ, यदि कभी बनाया भी गया, अपने-आपको जीवित नहीं रख पावेगा ।

‘विपरीत पदार्थ’ (anti-matter) के और भी बड़े (उद्जन अणु से बड़े) अणुओं को बनाने के लिए ‘विपरीत-धर्मी न्यूट्रॉन’ (anti-neutrons) की अपेक्षा होगी । न्यूट्रॉन में ‘विद्युत्-शक्ति वृत्तियाँ’ (electrical charges) नहीं होती हैं । उनमें केवल चुम्बकीय गुण (magnetic properties) ही होते हैं जिनको बल्लट कर विपरीत-भेणी में करना होगा । कैलीफोर्निया के उक्त वैज्ञानिकों को धुन थी कि एन्टी-प्रोटॉनों द्वारा किन्हीं दूसरे कणों पर बमबारी कर वह शीघ्र ही कृत्रिम ‘विपरीत-धर्मी न्यूट्रॉन’ (anti-neutrons) भी बना डालेंगे ।

उनकी इस धुन को पुरा कर दिखाने के लिए उसी कैलीफोर्निया विश्वविद्यालय के और ही चार भौतिक-वैज्ञानिक आगे आये । १६ सितम्बर सन् १९५६ ई० को इन वैज्ञानिकों ने न्यूयार्क शहर में अपनी सफलता की घोषणा की । पिछले ६

महीनों से वह लोग एक धीवैट्रन मशीन पर अपने प्रयोग कर रहे थे। आखिर उनका परिश्रम सफल हुआ और उन्होंने एक 'विपरीत-घर्मो न्यूट्रन' कण (an anti-neutron particle) को खोज निकाला। इन वैज्ञानिकों के नाम हैं; डा० ब्रूस कॉर्क (Dr. Bruce Cork), डा० ओरेस्टी पिस्सन (Dr. Oreste Piccione), डा० विलियम वेन्ज़ेल (Dr. William Wenzel) और डा० ग्लेन आर० लैम्बर्टसन (Dr. Glen R. Lamberton)।

इन वैज्ञानिकों ने अपने प्रयोगों में प्रोटनों और न्यूट्रनों की एक शृंखला को अकल्पनीय गति-वेग प्रदान किया। फिर जीगर काउन्टर्स (Geiger Counters) की तरह के कुछ यन्त्रों और चुम्बकों की एक जल्लोर की मदद से इन वैज्ञानिकों ने उक्त अर्क-धनीय वेग से गति करते हुए कणों को अलग-अलग पहिचान कर यह मात्लूम दिया कि गति करते हुए इन प्रत्येक १०,००० प्रोटनों में से एक प्रोटन कण तो निश्चय एक 'एन्टी प्रोटन' कण बन जाता है।

'एन्टी-प्रोटन' कणों को पहिचानना और गिनना तो आसान था; क्योंकि उनमें विद्युत् की एक शक्ति-युति होती थी और इस कारण यह उस 'गणक-यन्त्र' (the counting machine) पर अपनी प्रतिक्रियायें दर्ज कर देते थे। 'एन्टी-न्यूट्रन' कणों में किसी भी विद्युत्-शक्ति-युति के न होने के कारण उस यन्त्र पर उनकी कोई प्रतिक्रियायें लक्षित ही न होती थीं। उक्त वैज्ञानिकों

ने इस मुद्दे पर जो यों सुझाया; अपने प्रयोगों में उन्होंने 'शक्ति' (energy) के कुछ ऐसे प्रवाह देखे जो उन गिने हुए 'एन्टी-प्रोटन' कणों के किए हुए तो हर्गिज नहीं हो सकते थे। सब बातों को तौल कर वह अन्त में यह सिद्ध कर सके कि 'एन्टी-न्यूट्रन' कणों के साथ न्यूट्रन-कणों के सङ्घर्ष में ही शक्ति के उन प्रवाहों का जन्म हुआ था। इस प्रकार 'एन्टी-न्यूट्रन' के कणों ने अपने अस्तित्व को मनवा लिया।

'एन्टी-न्यूट्रन' कणों की भी अपनी एक प्रमुख विशेषता यह है कि एक अणु के हृदय में निवास करने वाले न्यूट्रन कणों के साथ सम्पर्क होते ही वह उनके (न्यूट्रन कणों के) साथ जूझ पड़ते हैं और उस दृढ़-युद्ध में दोनों योद्धा अपनी हस्ती खो बैठते हैं। मरते समय दोनों ही सड़ाके कणों के प्राण एक अफसानीय शक्ति मात्रा के रूप में उड़ पड़ते हैं—शक्ति की ऐसी एक मात्रा में जो एक हाइड्रोजन-बम (a hydrogen bomb) के फटने पर होनेवाली शक्ति-मात्रा से सैकड़ों गुणा अधिक होती है।

एक 'विपरीत-अणु' (anti-atom) को बनाने में आवश्यक तीनों ही विपरीत-कणों का साक्षात्कार जब हमारे वैज्ञानिकों को हो चुका तो उनके सामने सिर्फ एक ही प्रश्न और रह गया। यह था; ऐसे विपरीत-अणुओं के बने हुए पिण्डों (तारों और ग्रहों) का विश्व में क्या कहीं अस्तित्व है भी या नहीं ?

कुछ वैज्ञानिक तो यह कहते हैं कि विश्व की उत्पत्तिके विषय में जो वैज्ञानिक मत प्रस्तुत किये गये हैं उनको देखते हुए ऐसे

चिन्ही पिण्डों का विश्व में होना सम्भव नहीं है। वैज्ञानिकों का दूसरा एक दख यह कहता है कि विश्व के दूरस्थ और अज्ञात पिण्डों से आती हुई विश्व-किरणों में पोजीट्रन कण (धन-विद्युत् के एलेक्ट्रन) तो प्रत्यक्ष देखे जाते हैं; कहीं न कहीं से तो वह आते ही होंगे। उन कणों को देख कर यह कहना करना युक्ति-संगत तो होगा ही कि जिस विश्व को हम जान चुके हैं, उससे पित्तुक्त असंग-थल्लग ऐसा एक विश्व और भी है जिसको बनाने वाले अनुश्रों के नाभिक एक मात्र विपरीत-प्रोटनों और विपरीत-न्यूट्रनों के ही बने हुए हैं और उनके चारों ओर धन-विद्युत् के एलेक्ट्रन सपाटे भर रहे हैं।

षीसवीं सदी के हमारे वैज्ञानिक मंडे ही आपस में चों विवाद करें परन्तु महाभारत ग्रन्थ के रचयिता महर्षि व्यास आजसे हजारों वर्ष पहिले विपरीत-धर्मी नक्षत्रों (anti-constellations) के अस्तित्व का उल्लेख दृढ़ मुद्रा में कर गये थे। उन महर्षि ने अपने इस महाकाव्य के आदि पर्व में शकुन्तला का उपाख्यान दिया है। ऋषि विश्वामित्र के व्रत तपसे भयभीत होकर देवराज इन्द्र ने मेनका नामक एक अप्सरा को आदेश दिया था कि वह विश्वामित्र के तपमें विघ्न डाले। विश्वामित्र के विश्व-विधुत प्रभाव और पराक्रम से भयभीत मेनका ने इन्द्र को कहा था :—

चकारान्यं च लोकं वै ऋद्वो नक्षत्र सम्पदा ।

प्रतिश्रवणपूर्वाणि नक्षत्राणि चकार यः ॥

(महा० भा० भा० प० ७२३४)

अर्थात् ; इन महर्षि ने कुपित होकर दूसरे लोक की सृष्टि की और नक्षत्र-सम्पत्ति (Constellations of stars) से रुठकर प्रतिश्रवण (anti-Altair) आदि नूतन नक्षत्रों का निर्माण किया था ।

ऐसा मान्य होता है कि ऋषि विश्वामित्र अपने समय के एक प्रख्यात और प्रकाण्ड ज्योतिर्वैज्ञानिक (an astronomer) थे और उन्होंने उन दिनों ऐसे विपरीत-धर्मी तारों और तारा-पुञ्जों को पहिले पहल देखा और लिपिबद्ध किया था ।

कैलीफोर्निया विश्व-विद्यालय के डा० सीगर (Dr. Segre) का कहना है कि उस प्रश्न का एक वैज्ञानिक हल तभी सम्भव हो सकता है जब कि ज्योतिर्विदों के साधन-यन्त्र इतने प्रबल सूक्ष्म-माही (sensitive) हों कि वह दूरस्थ नीहारिकाओं के तारों के शुम्भकीय गुणों को पकड़ सकें । डा० सीगर का विश्वास है कि विपरीत-धर्मी पदार्थ (anti-matter) अपने सजातीयों में तो बखूबी स्थायी बना रह सकता है । यहाँ हम उनके शब्दों को ही उद्धृत किए देते हैं :—“Of course, no-body has seen any anti-matter. As far as Physics is concerned, the anti-world would be identical with our world. An anti-egg would taste like

an ordinary egg, if you, too, were an anti-man.”
 (“Time”. Oct. 31, 1955) अर्थात्; यह सच है कि किसी भी व्यक्ति ने कोई विपरीत-धर्मी पदार्थ देखा तो नहीं है। जहाँ तक भौतिक विज्ञान का सम्बन्ध है, विपरीत-धर्मी पदार्थ की दुनियाँ हर सूरत में हमारी अपनी दुनियाँ की तरह ही होगी। ऐसे पदार्थ के बने एक अण्डे का स्वाद हमारी दुनियाँ के एक अण्डे के समान ही होगा, बशर्ते कि आप भी (स्वाद छेने वाले भी) विपरीत-धर्मी मानव ही हों।

यदि बात कुछ ऐसी ही हो तो जिस प्रणय-पटना के दुःखद अन्त का उल्लेख हम इस परिच्छेद के आरम्भ में ही कर आये हैं उसके कभी न कभी, भविष्य में, घटित होने की सम्भावना बनी तो रहेगी।



उन्नीसवाँ परिच्छेद

ईश्वर

• Children we are all

Of one great father, in whatever clime,
Nature or chance hath cast the seeds of life.

All tongues, all colours; neither after death
Shall we be sorted into languages

And tints white, black, and tawny,

Greek and Goth.

Northmen, and offspring of hot Africa;

The all-father, He in whom we live and
move

He, the indifferent judge of all regards

Nations and hues, and dialects alike.

—Southey

मनुष्य के स्थिति-बिन्दु से देखने पर उसके एक ओर तो महान, और उनसे भी महान, पिण्डों की एक अटूट श्रृंखला सुदूर अनन्त के घुंघलके में चली गई है ; और दूसरी ओर छोटे सूक्ष्म और अति-सूक्ष्म अणुओं और कणों की वैसे ही एक श्रृंखला

अदरक कान्त-क्षेत्रोंमें बड़ी चली गई है। दोनों ही ओर उन गूँह-लाओं के आगिरी छोर, यदि यह है तो, हमारी पार्थिव वस्तुओं की पहुँच के बाहर है। लगना है; जैसे कि विश्व एक माला है जिसमें मनुष्य स्वयं एक मनका है; उसके ऊपर और नीचे, यदि हम ऐसा कह सकें, अनेक छोटे बड़े असंख्य मनके उस माला में और भी गुंथे हुए हैं। जिस अलक्ष्य सूत्र में यह सब मनके पिरोये हुए हैं, यह सूत्र है अगोचर कान्त-क्षेत्र;—महज स्पन्दन करने वाले। सूत्र के दोनों ओर-छोर कहीं जाकर एक साथ, एक गाँठ में बंधे हुए हैं यह देख पाना सर्वथा असम्भव है। यह तो स्पष्ट है कि एक सशक्त हाथ अपनी उबनी ही सशक्त अंगुलियों को इन मनकों पर फिरा रहा है।

० हम सब एक ही महान् पिता के पुत्र हैं; भले ही प्रकृति ने या नियति ने जीवन के बीजों को भिन्न-भिन्न देशों में बिखेरा हो और भले ही हम अलग-अलग भाषाएँ बोलते हों अथवा हमारे शरीरों के रङ्ग भिन्न-भिन्न हों। यही नहीं; मरने के बाद भी हम सबका भाषाओं, रङ्गों (सफेद, काले और भूरे) और जातीयता (मीक, गोथ, उत्तर के और गरम वायु के देश अफ्रीका के निवासी) होनेके आधार पर विभाजन भी नहीं होगा। सबके पिता, ईश्वर, जिनमें हम रहते और चलते-फिरते हैं और जो निष्पक्ष न्याय-वितरक हैं, राष्ट्रों, रङ्गों और बोलियों को एक समान देखते हैं।

विश्व के स्रष्टा और नियन्ता एक सशक्त हाथ की सशक्त अंगुलियों की शक्ति को मनुष्य, हमेशा, चिरकाल से महसूस करता चला आया है। बीते हुए पुराने दिनों का कोई एक ऐसा लिपि-युद्ध चिह्न तो नहीं मिलता कि कब, और किन कारणों को लेकर मनुष्यने, पहिल पहल, ऐसी एक अदृश्य शक्तिके अस्तित्वकी भाषना कायम की ; परन्तु यह तो निश्चित है कि आगे जाकर जितने भी धर्म और विश्वास पनपे उन सबके मूल में एक सृष्टि-कर्ता और नियन्ता की एक मात्र भाषना ही थी।

विश्व के इस वैज्ञानिक अध्ययन को समाप्त करते समय, स्वभावतः, एक प्रश्न हमारे सामने उठ खड़ा होगा : इस अध्ययन के प्रकाश में क्या हम यह बता सकेंगे कि अपने शैशव-काल से मनुष्य एक ईश्वर के अस्तित्व में अटूट यत्ना और भक्ति के साथ जो विश्वास करता चला आया है, उस विश्वास का कोई एक विशुद्ध तर्क-सम्मत और वैज्ञानिक आधार, भी हो, सकता है या नहीं ? यही प्रश्न, दूसरे शब्दों में यों भी पूछा जा सकता है। इस विश्व-गद्गा की, आखिर, कोई 'गंगोत्री' भी होगी, जहाँ से निकल कर यह धारा निरन्तर बहती चली आरु रही है ? क्योंकि उत्पत्ति के साथ लय या समाप्ति भा, एक नित्य सम्बन्ध में जुड़ी रहती है, तो निश्चय ही, कहीं न कहीं इसका लय भी होता होगा। अनन्त की इस राह में चलते चलते हम जिन ज्ञान-कणों को बटोरते पड़े हैं उनके तात्विक विवेचन के आधार पर इस प्रश्न का उत्तर देने का हम यथा-सम्भव, प्रयास करते हैं।

यह तो हम देख ही चुके हैं कि इस भौतिक विश्व के निर्माण में लगा हुआ एक मात्र मसाला है सिर्फ धोड़े से अमूर्त कान्त-क्षेत्र। विश्व के निर्माण की दिशा में यह अमूर्त क्षेत्र, सर्व-प्रथम जो मूर्त रूप ग्रहण करते हैं, वह हैं कण (particles) और यह कण फिर, आगे बढ़कर, बन जाते हैं अणु। अणुओं के संयुक्त रूप हैं मूल तत्व जो विश्व की प्रत्यक्ष इंटे हैं।

यदि हम मूल-तत्वों की इस अन्तः वासिनी दुनिया को देखें तो वही, सर्वत्र, एक सुव्यवस्था, रूपों में एक सुधड़पन और कुछ बँधे हुए नियम-कानून दिखाई देंगे। हमको दिख पड़ेगा, मानो सभी वस्तुएँ एक पूर्व निश्चित योजना के अनुसार ही बनती और काम करती चली जा रही हैं ; और यह भी कि, यह सप-क्षेत्र, कण और अणु—कुछ ऐसे नियमों का एक कठोर सतर्कता के साथ पालन करते रहते हैं ; उन नियमों का जिन्हें हम धीरे-धीरे अब, समझना शुरू कर रहे हैं।

यह तो हुई 'अणोः-अणीयान्' (सूक्ष्म से भी अधिक सूक्ष्म) विश्व की बात। 'महतो महीयान्' (महान् से भी अधिक महान्) विश्व में भी ठीक वैसी ही सुव्यवस्था, वैसा ही एक निश्चित योजनानुसार उन्मेष और कार्य होता दिख पड़ता है, जैसा कि सूक्ष्म विश्व में। इस बात को, जरा विस्तार में जाकर धीरे देखें।

हमारे इस अध्ययन में, जिस एक बात ने बारबार हमारी नज़रों को, हमारा हृदय हमारे गणित और हमारे के लिए विवश

किया है वह है : अनन्त में सर्वत्र दिख पड़ने वाली नीहारिकाओं में पायी जाने वाली एक-रूपता । नीहारिकाओं के सम्बन्ध में लिखते समय हमने उनके इस प्रमुख पहलू की ओर बार-बार अपनी अंगुलियाँ चलाई हैं । लगता है ; मानो किसी एक ही हाथ ने, अपनी मर्जी के मुताबिक, एक साँचा बनाया और फिर उस सँचे में ही, आजकल के मशीनी कारखानों की तरह, इन नीहारिकाओं को ढाल ढालकर निकाल फेंकना शुरू किया ।

इस पुस्तक के दसवें परिच्छेद में हम यह बता आये हैं कि अनन्त के किसी एक भाग में, एक खास वर्ग की कोई एक नीहारिका, उसके दूसरे भागों में जहाँ भी कहीं, उसी वर्ग की दूसरी नीहारिका से हरबात में हू-ब-हू मिलती हुई है । इस विश्व का यह एक प्रमुख पहलू है—इसमें, सर्वत्र, एक ही रूप के कुछ वर्ग पाए जाते हैं : सर्वत्र एक-रूपके वर्ग; कहीं भी चले जाइए, अनन्त में यह एक-रूप के वर्ग ही जहाँ तहाँ बिखरे पड़े हैं । किसी भी एक वर्ग की एक नीहारिका की बनावट और उसके अङ्गों को देख कर, आप मानो आँखें मूँदकर ही, उसी वर्ग की परन्तु दूर कहीं भी रहने वाली दूसरी सभी नीहारिकाओं की बनावट और उनके अङ्गों की एक कल्पना कर सकेंगे जो बिल्कुल सच निकलेगी ।

इस एक-रूपता के साथ साथ एक बात और भी है, जिसने हमारे ऊपर गहरा प्रभाव डाला है । वह है ; इन नीहारिकाओं के गुच्छों के आकारों का वैषम्य । कुछ गुच्छे जहाँ थड़े हैं, वही कुछ

गुच्छ छोटे हैं ; परन्तु बिन्दुरे पड़े हैं एक ही तरह, एक ही तरीक़े में। उनके औसत बिन्दुराव को समझ पाने के लिए हम उनकी गुचना टेनिम के गेज की उन गेंदों से कर सकते हैं जो एक दूमरी से ठीक १०-१० फीट दूर पड़ो दूरे हों।

उनकी (नीहारिकाओं की) यह एक-रूपता और आकार-वैषम्य, बिन्दुराव की इस नयी-नयी तरनीय से मिलकर, क्या यह द्विम्बोरा नहीं पोंटते कि उन्हें बनाने वाला एक महान् चेतन हाथ है जिसने, अपनी छीछा के लिए ही, एक निर्धारित योजना के अनुसार उन्हें बनाया है ? इस प्रकार सुनियोजित सृष्टि का निर्माण, क्या एक जड़-कारण कर भी सकेगा ?

दूमरी एक बात और भी है जो एक सचेतन सृष्टि-कर्ता के अस्तित्व को मानने के लिये हमें बाध्य करती है ; यह बात है यह सिद्धान्त जो विश्व की गुरुधरात को लेकर आजकल वैज्ञानिकों द्वारा, आम तौर पर, प्रस्तुत किया जाता है। कहा जाता है कि किसी एक समय विश्व का समूचा द्रव्य एक ही स्थान में पुञ्जीभूत था। आज से करीब ५ अरब वर्षों पहिले, एक बात ऐसी हुई जिसने इस पुञ्जीभूत और अचल द्रव्य को अनेक टुकड़ों में बाँटकर उनको भिन्न-भिन्न गतिवर्तों से बाहर की ओर भाग छूटने पर आमादा कर दिया। ५ अरब वर्षों के बाद, आज हम उस क्रिया का वर्तमान परिणाम देख रहे हैं—हमारे चारों ओर आज दिख पड़ने वाला विश्व। इस प्रस्तुत सिद्धान्त की अपनी एक विशेषता है ; इसको मानने पर यह भी अवश्य मानना

होगा कि नीहारिकाओं की गतियों को अपना वेग बनाए रखने, या लगातार बढ़ाए चलने के लिए, एक मूल शक्ति-स्रोत भी है, जो चाहे वह गुरुवाकर्षण की विपर्यय (उल्टी) शक्ति के रूप में अथवा किसी और रूप में। ऐसे किसी शक्ति-स्रोत के होने की समस्या नई तो है नहीं; यह समस्या तो इस सिद्धान्त या मान्यता की आरम्भिक प्रक्रियाओं में भी मौजूद थी। आरम्भ में, यह सब दुर्कई शान्त और निश्चल थे और, फिर, एकाएक चलने लगे; यही तक कि कुछ तो अत्यन्त तीव्र वेगों से। अपेक्षा-कृत थोड़े ही एक समय में उनको यह आकस्मिक गतियाँ प्रदान करने के लिए तो एक फल्पनातीत बड़ी शक्ति की जरूरत थी। इसी मूल शक्ति-स्रोत को ही तो, आगे जाकर क्या ईश्वर नहीं कहने लगे ?

माइण्ट बिलसन और माइण्ट पैलोमर की दूरबीनों ने अनन्त में पहुँ ओर बिखेरे हुए इस विश्व-प्रपञ्च की जो झाँकी हमें दी है, वह स्पष्ट रूप में विश्व के एक सिरजनहार, अदृश्य स्रोत की ओर प्रमुखता के साथ इङ्कित कर रही है।

विश्व के इस मूल-स्रोत को लेकर, अब प्रत्यक्ष-यादी वैज्ञानिकों के मन में भी कुछ हलचल मच गई है। ईश्वर के अस्तित्व की ओर उदासीन, अथवा निपेधात्मक, दृष्टिकोण लेकर चलने वाला आज का विज्ञान दबी जवान से यह तो कहने लग गया है कि कोई एक अज्ञात और अदृश्य सचेतन शक्ति जरूर मौजूद है जो इस सारे विश्व-प्रपञ्च को गति प्रदान किए जा रही है।

दिवंगत जेम्स ओ 'नील' "न्यूयार्क हेराल्ड ट्रिब्यून" पत्र के विज्ञान-सम्पादक थे। सीडनी ओमार नामक एक सज्जन को एक पत्र में, उन्होंने लिखा था ; "आज का यान्त्रिक और जड़वादी ज्योतिर्विज्ञान (astronomy) एक शताब्दी पहिले की अपनी इस मान्यता को ही पकड़े हुए है जिसके अनुसार चेतनशील मानवप्राणी, इस अचेतन विश्व-सृष्टि में, अपने आपको बिल्कुल अकेला और अजनबी सा महसूस करता है। विश्वसृष्टि की सच्ची और प्रगतिशील व्याख्या तो यह होगी कि विश्व की सूक्ष्म से सूक्ष्म और बड़ी से बड़ी, सभी वस्तुएँ, जो सब एक ही ठप्पे की बनी हुई हैं, अपने बनाने वाले ईश्वर के साथ, पूर्ण आन्तरिक सम्बन्ध में बँधी हुई हैं। इस सम्बन्ध का सूत्र मौलिक कणों, अणुओं, मानव-प्राणियों, ग्रहों, तारों और नीहारिकाओं को एक में ही पिरोए हुए है" (अमेरिका से प्रकाशित 'होरोस्कोप' पत्रिका से उद्धृत एक अंश का हिन्दी रूपान्तर)।

आल्बर्टस लियोनार्ड हव्स्ले जो आज की दुनियाँ के एक महान् दार्शनिक, विचारक और लेखक हैं एवं डा० स्ट्राम्बर्ग जो एक प्रमुख नक्षत्र-शास्त्री और 'कार्नेगी इनस्टीट्यूट' की माउन्ट विल्सन वेधशाला में वैज्ञानिक शोध कर रहे हैं—दोनों का यही कहना है कि, मनुष्य का "मस्तिष्क, स्वयं कुछ भी सृजन नहीं करता ; वह तो महज एक अत्युत्तम यन्त्र ही है—एक तरह का प्राइम-यन्त्र (a receiving set) ही है। जो कुछ भी वह ग्रहण (मानव-प्रतिक्रिया) करने लगता है, और फिर उसे व्यक्त करता

हे, वह सब एक विश्व-सागर से ही आता है जो चारों ही ओर से हमें घेरे हुए है। यह सागर, इस विश्व की आत्मा है। इस महान् विश्व-सागर से ही हम अपने विचारों, कल्पनाओं और काम करने की प्रेरणाओं को पाते रहते हैं।" (यही)

जेम्स ओनील, ह्पस्ते और स्ट्राम्बर्ग के मन्तव्यों के साथ गीता के इस श्लोक का कितना सुन्दर सामञ्जस्य है :—

ऊर्ध्वमूलमधः शासमश्चस्यम्प्राहुरन्ययम् ।

छन्दांसि यस्य पर्णानि यत्नं वेदं स वेदवित् ॥

(भीमद्वग्वहरीता १५१)

अर्थात् ; इस विश्व-वृक्ष की जड़ तो ऊपर है और शाखाएँ नीचे की ओर फैली हुई हैं। समस्त ज्ञान-विज्ञान इस वृक्ष के पत्ते हैं। जो व्यक्ति उस वृक्षको जान पाता है, वही ज्ञानी है।

ह्पस्ते और स्ट्राम्बर्ग के ऊपर उद्धृत वाक्यों में एक अतीव सुन्दर वाक्य है ; "यह सागर इस विश्व की आत्मा है।" श्रीमद्भागवत पुराण ने इसी भाव को यों प्रकट किया है :—

तस्मात्सुक्तेन्द्रियमामो युक्तचित्त इदं जगत् ।

आत्मनीक्षश्च विततमात्मानम्मयधीश्वरे ॥

(भी भा० पु० ११/७१)

अर्थात् ; इसलिये इन्द्रियों और चित्त को वश में करके समझो कि यह जगत् आत्मा में ही व्याप्त है और आत्मा मुझ ईश्वर में।

आगे चलकर यही पुराण फिर कहता है :—

दियंगन जेम्स जो 'नील' "न्यूयार्क हेराल्ड ट्रिब्यून" पत्र के विज्ञान-सम्पादक थे। मीडनी ओमार नामक एक सज्जन को, एक पत्र में, उन्होंने लिखा था ; "आज का यान्त्रिक और उड़-वादी ज्योतिर्विज्ञान (astronomy) एक शताब्दी पहिले की अपनी इस मान्यता को ही पकड़े हुए है जिसके अनुसार चैतन-शील मानवप्राणी, इस अचेतन विश्व-सृष्टि में, अपने आपको विलुप्त अकेला और अजनबी सा महसूस करता है। विश्वसृष्टि की सच्ची और प्रगतिशील व्याख्या तो यह होगी कि विश्व की सूक्ष्म से सूक्ष्म और बड़ी से बड़ी, सभी वस्तुएँ जो सब एक ही ठप्पे की बनी हुई हैं, अपने बनाने वाले ईश्वर के साथ, पूर्ण आन्तरिक सन्बन्ध में बंधी हुई हैं। इस सम्यन्ध का सूत्र मौलिक कणों, अणुओं, मानव-प्राणियों, प्रहों, तारों और नीहारिकाओं को एक में ही पिरोए हुए है" (अमेरिका से प्रकाशित 'होरोस्कोप' पत्रिका से उद्धृत एक अंश का हिन्दी रूपान्तर)।

आल्बुअन ल्योनाई हक्ले जो आज ५५ वर्ष के हैं, महान् दार्शनिक, विचारक और लेखक हैं एवं जो एक प्रमुख नक्षत्र-शास्त्री और 'कार्नेगी माउन्ट विलसन वेधशाला में वैज्ञानिक' हैं, का यही कहना है कि, मनुष्य का विश्व नहीं करता ; वह तो महत्त एक का प्राहर-यन्त्र (a receiver) है।

है, यह सब एक विश्व-सागर से ही आता है जो चारों ही ओर से हमें घेरे हुए है। यह सागर, इस विश्व की आत्मा है। इस महान् विश्व-सागर से ही हम अपने विचारों, कल्पनाओं और काम करने की प्रेरणाओं को पाते रहते हैं।" (वही)

जेम्स ओनील, हस्ते और स्ट्राम्बर्ग के मन्त्रियों के साथ गीता के इस श्लोक का कितना सुन्दर सामञ्जस्य है :—

ऊर्ध्वमूलमपः शारदमस्वस्थम्प्रादुरन्ययम् ।

अन्दासि यस्य पर्णानि यस्तं वेद स वेदवित् ॥

(भीमद्वयपर्व १५१)

अर्थात् ; इस विश्व-वृक्ष की जड़ तो ऊपर है और शाखाएँ नीचे की ओर फैली हुई हैं। समस्त ज्ञान-विज्ञान इस वृक्ष के पत्ते हैं। जो व्यक्ति उस वृक्षको जान पाता है, वही ज्ञानी है।

हस्ते और स्ट्राम्बर्ग के ऊपर उद्धृत वाक्यों में एक अतीव सुन्दर वाक्य है ; "यह सागर इस विश्व की आत्मा है।"

भीमद्वयपर्व पुराण ने इसी भाव को यों प्रकट किया है :—

वसमानुत्तेन्द्रियमामो मुक्तचित्त ईदं जगन् ।

आत्मनीक्षर इव विततमात्मानम्यध्यधीश्वरे ॥

(धी का.पु. ११।५९)

अर्थात् ; इसलिये इन्द्रियों और चित्त को बरा में करके समझो कि यह जगत् व्याप्ता में ही व्याप्त है और आत्मा मुक्त ईश्वर में।

आगे चलकर वही पुराण फिर कहता है :—

केवलात्मानुभावेन स्वमाया त्रिगुणात्मिकाम् ।

संधोभयन् सृजत्यादौ तया सूत्रमरिन्दम ॥१६॥

तामाहुस्त्रिगुणव्याप्तिं सृजन्ती विश्वतोमुखम् ।

यस्मिन्प्रोतमिदं विश्वं येनसंसरते पुमान् ॥२०॥

(श्री मा०पु० स्कन्ध ११)

अर्थात्, “केवल आत्मा के अनुभाव से अपनी त्रिगुणात्मिका माया को क्षुब्ध करते हुए, हे अरिन्दम, उस माया के द्वारा आदि में, सूत्र का सृजन करते हैं। त्रिगुण स्वरूप में अपने आपको अभिव्यक्त कर, चारों ओर, विश्व-सृजन करने वाली उसको माया कहा है, जिसमें यह विश्व पिरोया हुआ है और जिस माया में ही यह पुरुष (जीव) संसरण करता है।” आधुनिक विज्ञान के विप्लवकारी ‘कान्तक्षेत्र सिद्धान्त’ (the Quantum field theory) का कितना सुन्दर विवेचन किया गया है। जेम्स ओ’नील का सृष्टि-सूत्र और भीमागवत पुराण का सृष्टि-सूत्र क्या एक ही नहीं है? प्रत्यक्षबारी विज्ञान जो बात आज कह रहा है भारतीय पुराणकार ने हजारों वर्ष पहले ही उसे इतनी सुन्दर अभिव्यक्ति दे रखी है।

अब तक हमारे ज्ञान में आ चुके सृष्टि के मूल उपादानों को आधार बनाकर हम विश्व-स्रष्टा ईश्वर का एक कान्पनिक रूप निश्चित कर सकते हैं। क्योंकि, कारण और कार्य में परस्पर कोई मौलिक भेद नहीं होता, और क्योंकि कारण ही, अपने एक रूपांतर में, कार्य बन जाता है एवं एक अन्तर्निहित

आधार के रूप में, हमेशा, कार्य में बना भी रहता है ; इसलिये नीचे हम एक रेखाचित्र देते हैं जो विश्व के मूल स्रोत, ईश्वर, और उससे उत्पन्न होकर बढ़ने वाले और अन्त में जाकर उसीमें लय हो जाने वाले विश्व का चित्रण करता है ।



रेखा-चित्र १८

इस रेखा-चित्र में हमने ईश्वर के स्वरूप की जो कल्पना की है, वह विशुद्ध वैज्ञानिक आधार पर है। इस समूचे विश्व के निर्माण में, कुल मिलाकर, ६२ मूलतत्वों का ही उपयोग किया गया है। पृथ्वी पर हम इन सभी मूल तत्वों को उनके प्राकृतिक रूपों में देख चुके हैं। सूर्य, तारे और नीहारिकाएँ—सब इन तत्वों के, सिर्फ इन्हीं तत्वों के, बने हुए हैं। विश्व में कहीं भी ऐसा कोई छोटा या बड़ा पिण्ड नहीं है, जिसको बनाने में इन तत्वों के सिवाय किन्हीं अन्य तत्वों का उपयोग किया गया हो।

इन मूल तत्वों का विखंडन भी किया जा चुका है। इनमें, परस्पर, कोई मौलिक भेद नहीं है। एक से लेकर बानबे की संख्या तक, इनका जो क्रम कायम किया गया है, वह सिर्फ इनके भीतर पाए जाने वाले विद्युत्-कणों को लेकर ही है। मोटे तौर पर, इन सबमें दो तरह के विद्युत्-कण होते हैं : धन-विद्युत् कण जो इनके नाभि-केन्द्र में सिमटे रहते हैं और ऋण-विद्युत् कण जो इस नाभि-केन्द्र के चारों ओर, एक सजग प्रहरी की तरह, लगातार चकर मारते रहते हैं। नाभि-केन्द्र में, धन-विद्युत् कणों के साथ, अनुभय-धर्मों अथवा नपुंसक-कण neutrons (न तो धन-विद्युत् और न ऋण-विद्युत् राशि के) भी होते हैं।

मूल तत्वों की तालिका में सर्वप्रथम स्थान है हाइड्रोजन का। इसके एक अणु के नाभि-केन्द्र में एक धन-विद्युत्कण होता है जिसके चारों ओर एक ऋण-विद्युत्कण चकर लगाता रहता है। यह एक 'युग' (जोड़ा) है। बनावट में यह अन्य सभी मूल तत्वों की अपक्षा, सरल है। इसके बाद, इस तालिका में ज्यों-ज्यों हम ऊपर की ओर बढ़ते जाते हैं, मूल तत्वों के अणुओं के धन, ऋण और नपुंसक कणों की संख्या भी, क्रम से, बढ़ती जाती है। इस प्रकार स्पष्ट है कि इन मूल तत्वों में, परस्पर, कोई मौलिक भेद नहीं ; जो कुछ भी फर्क है वह सिर्फ उनके धन, और ऋण विद्युत्-कणों की न्यूनाधिकता का ही है।

वात, अथ, यही आकर ठहरती है। यह समूचा स्थूल विशय, जो अनन्त में इतने विशाल परिमाण में फैला हुआ है,

सिमट सिमटा कर पहिले तो, गिनती में कुछ थोड़े से मूल तत्वों में आ बैठता है, जो स्वयं भी, आगे जाकर, धन और ऋण-विद्युत् कणों के 'युग' में सिमट जाते हैं। विश्व के मूलभूत यह एलेक्ट्रॉन और प्रोटॉन कण एक ही साथ विद्युत् के कण भी हैं और लहरें भी।

विद्युत् अथवा शक्ति की यह लहरें, जो अपने मूल रूपों में महज कान्त्-क्षेत्र (Quantum fields) ही हैं, इस विश्व का आदिम रूप हैं, जो विश्व-स्रष्टा, ईश्वर, के अनन्त स्रोत से तुरन्त निकली हुई हैं। संभावतः ही ईश्वर के विषय की हमारी कल्पना, विद्युत् या शक्ति की इन लहरों पर तैरती हुई, वस्तु अनन्त विद्युत्-स्रोत अथवा शक्ति-स्रोत की ओर ही बढ़ती हुई होती है जिसका एक मोटा, अथवा, बड़ा-सा चित्रण ऊपर किया गया है।

धन और ऋण विद्युत् कणों के 'युग' (जुड़ाव) में ही विश्व-सृष्टि का आरम्भ है और उसके विघटन में ही विश्व का क्षय है। उत्पत्ति और लय का यह क्रम, शक्ति के अनन्त स्रोत—ईश्वर—में ही होता रहता है।

'श्री विष्णु-सहस्रनाम स्तोत्र', महाभारत ग्रंथ के अनुशासन-पर्व की एक पूरी अध्याय है। इसके आदि में कुछ महिमा-परक श्लोक हैं; उनमें के एक श्लोक को हम, इस प्रसङ्ग में, उद्धृत करते हैं :—

यतः सर्वाणि भूतानि भवन्त्यावियुगागमे ।

यस्मिन् प्रलयं यान्ति पुनरेव युगत्रये ॥

(श्री वि० श्लो० ११)

अर्थात् : त्रिम ईश्वर से, 'आदि-युग' के आविर्भाव में सभी भूत (चेतन और अचेतन) अपन्न होते हैं और फिर 'युग-अय' (विघटन) होने पर सब उस (ईश्वर) में ही प्रकंपता से लीन हो जाते हैं । ऊपर हमने जगह-जगह इस 'युग' (प्रोटन और एलेक्ट्रन का जोड़ा) का उल्लेख किया है । 'अणु-विज्ञान' आज अपनी इस खोज पर गर्व कर रहा है ; परन्तु महर्षि वेदव्यास, हजारों वर्षों पहिले ही, किस सूत्री के साथ इस तथ्य का उद्घाटन कर गये हैं ।

वृत्तसि और लय का अविच्छेद्य सम्बन्ध है । विश्व-गङ्गा की उत्पत्ति है तो इसका उस अथाह सागर ईश्वर में लय भी होता है । इस लय की कहानी भी, वैज्ञानिक शब्दों में, सुनिये । यह तो हम ऊपर कह ही चुके हैं कि घन और अणु विद्युत् कणों अथवा तरङ्गों के 'युग'-बन्धन में ही विश्व की उत्पत्ति होती है और उस 'युग' के विघटन में, इन कणों या तरंगों के एक दूसरे से अलग होकर अपने-अपने स्वरूपों में अवस्थान में, इसका लय होता है । यह विश्व-गङ्गा इस प्रकार अपने मूल-स्रोत से निकल कर बहती हुई, वृत्त का एक बड़ा चाप बनाकर, फिर वही मूल-स्रोत-ईश्वर में आ गिरती है ।

इस पुस्तक के दू ठे परिच्छेद में, एक जगह, हम लिख आये

हैं कि 'वर्ण-पट दरांक यन्त्र' (spectroscope) ने अनन्त महाण्ड की एक आश्चर्यजनक सूची की ओर हमारा ध्यान खींचा है; आकाश के एक भाग में जहाँ हमारी ओर भागे चले आने वाले तारों की बहुतायत है और हमसे दूर भागने वाले तारों की संख्या बहुत कम है, वही उसके दूसरे भाग में ऐसे तारों की संख्या तो बहुत ज्यादा है जो हमसे दूर भागे चले जा रहे हैं, परन्तु हमारी ओर चले आने वाले तारों की संख्या बहुत कम। आकाश के यह दोनों ही भाग एक दूसरे के आमने-सामने हैं।

रेखा-चित्र ३८ पर नजर डालने से यह बात कितनी स्पष्ट हो उठती है। शक्ति के असीम और अथाह-सागर ईश्वर से, एक ओर तो विश्व-गङ्गा निकल कर बह रही है और पहती हुई एक चक्कर मारकर दूसरी ओर वही सागर में लीन होने को, बढ़ते हुए प्रचण्ड वेग से, भागी चली जा रही है।

इस सागर (ईश्वर) में फिर जा गिरनेके लिए यह विश्व-गङ्गा अपने भागने के वेग को अधिकाधिक बढ़ाती चली जाती है—इस तथ्य को माउन्ट विरसन और माउन्ट पैसोमर की दोनों बड़ी दूरबीनों ने पकड़ कर हमें सौंपा है। ६ वें परिच्छेद में, इन दूरबीनों की गवाही के बलपर, हमने लिखा था; “सबसे बड़ी बात तो यह है कि यह सभी नीहारिकाएँ, सिवाय हमारे स्थानीय गुच्छे की मित्र नीहारिकाओं के, दिखने में तो हमसे दूर-दूर भागी चली जा रही हैं और भागती हुई हमसे कितनी ही दूर निकटती चली जाती हैं, उतना ही उनका वेग भी बढ़ता चला

जाता है।" अपनी लम्बी दौड़ से थककर, मानो, यह विश्व अपने विधान्ति-स्थान को नजदीक पाकर अपनी चाल को पूरी तेजी दे रहा है। दिनभर गायब रहकर अपने विधाम-घर को लौटता हुआ पशु भी तो दुलकियाँ लेने लगता है।

सैत्तिरीयोपनिषद् के ऋषि ने इस वैज्ञानिक तथ्य को, संक्षेप में कहा है :—

यतो वा इमानि भूतानि जायन्ते । येन जातानि

जीवन्ति । यत्प्रयन्त्यभिसंविशन्ति । (तै० उ० १।१।१)

अर्थात्; "यह भूतसर्ग (विश्व) जिससे (ईश्वर से) जन्म लेते हैं, जन्म लेते पर जिसमें जीवित रहते हैं और अपने बढ़ते हुए वेग के साथ भागते हुए (प्रयन्ति=प्रकर्षण यन्ति गच्छन्ति) जिस ईश्वर में ही फिर प्रवेश कर जाते हैं।" इस मन्त्र का "प्रयन्ति" क्रिया-पद, लीन होने को आतुर इस विश्व के पिण्डों के अधिकाधिक बढ़ते हुए वेग का स्पष्ट बोध कराता है। सोपछर और एडिङ्गटन जैसे विख्यात वैज्ञानिकों ने, आज के युग में, इस तथ्य को फिर प्रत्यक्ष किया है। दूर भागते हुए विश्व (the receding universe) की कल्पना अब एक प्रत्यक्ष सत्य बन गई है।

आज का प्रत्यक्षवादी विज्ञान अपनी धाँसों से देखे हुए इतने ही मसाले को, अवतरक, जुटा पाया है। जगत् को बनाने वाले ईश्वर के अस्तित्व और रूप के विषय में एक युक्ति-युक्त वैज्ञानिक धारणा बनाने में यह मसाला एक बहुत ही महत्वपूर्ण और ठोस आधार का निर्माण करता है।

शाचीन भारत के तत्त्ववेत्ता ऋषि ईश्वर के इस विद्युन्मय, तेजोमय, रूप का साक्षात्कार कर चुके थे। जगत्स्रष्टा ईश्वर को, इसी कारण, उन्होंने “तपस्” कहकर पुकारा था। यह ‘तपस्’ (विद्युत् अथवा शक्ति) ही अखिल विश्व-प्रज्ञाण्ड का मूल स्रोत है ; इस तथ्य को हृदयङ्गम कर एक ऋषि ने कितने सुन्दर शब्दों में सृष्टि-रचना की प्रक्रिया को गुंथा है :—

“ऋतञ्च सत्यञ्चाभीष्टात्तपसोऽध्यजायत। ततो राश्यजायत।
उतः समुद्रो अणवः समुद्रार्णवादधि संवत्सरो अजायत। अहो-
रात्राणि विद्यद्विष्यस्य म्रियतोवशी। सूर्याचन्द्रमसौ धाता
यथापूर्वमकल्पयत्। दिवञ्च पृथिवीञ्चान्तरिक्षमथोत्थः।”

“सर्वत्र प्रदीप्त ‘तपस्’ (शक्ति या विद्युत् के अनन्त स्रोत, ईश्वर) से ऋत (कान्त-क्षेत्रों का स्पन्दन) और सत्य (मूर्त सत्तावाले घन और ऋण-विद्युत् शक्ति के कण या लहरें) उत्पन्न हुए। उसके बाद रात्रि (पुञ्जीभूत रूप में विश्व का समूचा द्रव्य) उत्पन्न हुआ। उसमें से निकल-निकल कर दौड़ने वाले (समुद्रः=समुद्रवन्ति यस्मात् सः) प्रदीप्त पिण्ड, तारा वगैरह उत्पन्न हुए। ऐसे ही एक दौड़ने वाले पिण्ड से अहोरात्र (अपनी धुरी पर दिया हुआ पृथ्वी का एक चक्कर) का निर्माण करता हुआ संवत्सर (सूर्य के चारों ओर, पृथ्वी का एक पूरा भ्रमण) उत्पन्न हुआ। धाता ने (घन-ऋण विद्युत् के संयुक्त अंशों ने) पहिले की तरह ही सूर्य, चन्द्रमा, प्रदीप्त आकाश, अन्तरिक्ष (हमारे ऊपर का वायु-मण्डल) और पृथ्वी की रचना की।

जाता है।" अपनी लम्बी दोड़ से थककर, मानो, यह विश्व अपने विभ्रान्ति-स्थान को नजदीक पाकर अपनी चाँल को पूरतेजी दे रहा है। दिनभर गायब रहकर अपने विभ्राम-घर लौटता हुआ पशु भी तो दुलकियाँ छेने लगता है।

तैत्तिरीयोपनिषद् के ऋषि ने इस वैज्ञानिक तथ्य को, संक्षेप में कहा है :—

यतो वा इमानि भूतानि जायन्ते । येन जातानि

जीवन्ति । यत्प्रयन्त्यभिसंचिरन्ति । (तै० उ० ३।३।१)

अर्थात्; "यह भूतसंग (विश्व) जिससे (ईश्वर से) जन्म लेते हैं, जन्म लेने पर जिसमें जीवित रहते हैं और अपने बढ़ते हुए वेग के साथ भागते हुए (प्रयन्ति=प्रकर्षण यन्ति गच्छन्ति) जिस ईश्वर में ही फिर प्रवेश कर जाते हैं।" इस मन्त्र का "प्रयन्ति" क्रिया-पद, लीन होने को आतुर इस विश्व के पिण्डों के अधिक-अधिक बढ़ते हुए वेग का स्पष्ट बोध कराता है। होपलर और एडिङ्गटन जैसे विख्यात वैज्ञानिकों ने, आज के युग में, इस तथ्य को फिर प्रत्यक्ष किया है। दूर भागते हुए विश्व (the receding universe) की कल्पना अब एक प्रत्यक्ष सत्य बन गई है।

आज का प्रत्यक्षवादी विज्ञान अपनी आँखों से देखे हुए इतने ही मसाले को, अबतक, जुटा पाया है। जगत् को बनाने वाले ईश्वर के अस्तित्व और रूप के विषय में एक युक्ति-युक्त वैज्ञानिक धारणा बनाने में यह मसाला एक बहुत ही महत्वपूर्ण और ठोस आधार का निर्माण करता है।

प्राचीन भारत के तत्त्ववेत्ता ऋषि ईश्वर के इस विद्युन्मय, तेजोमय, रूप का साक्षात्कार कर चुके थे। अगस्त्य ईश्वर को, इसी कारण, उन्होंने “तपस्” कहकर पुकारा था। यह ‘तपस्’ (विद्युत् अथवा शक्ति) ही अखिल विश्व-व्रज्जाण्ड का मूल कर्म है; इस तप्य को हृदयङ्गम कर एक ऋषि ने कितने सुन्दर शब्दों में सृष्टि-रचना की प्रक्रिया को गूँथा है:—

“ऋतञ्च सत्यञ्चाभीद्वात्तपसोऽभ्यजायत। ततो राभ्यजायत।
उतः समुद्रो अमवः समुद्रावर्षवाधधि संवत्सरो अजायत। अहो-
रात्राणि विदधद्विरवस्य म्रियतोवशी। सूर्याचन्द्रमसौ धाता
यथापूर्वमकल्पयत्। दिवञ्च पृथिवीञ्चान्तरिक्षमधोत्सवः।”

“सर्वत्र प्रदीप्त ‘तपस्’ (शक्ति या विद्युत् के अनन्त स्रोत, ईश्वर) से ऋत (कान्त-क्षेत्रों का स्पन्दन) और सत्य (मूर्त सत्तावाले धन और शृण-विद्युत् शक्ति के कण या छहरें) उत्पन्न हुए। उसके बाद रात्रि (पुञ्जोभूत रूप में विश्व का समूचा द्रव्य) उत्पन्न हुआ। उसमें से निकल-निकल कर दौड़ने वाले (समुद्रः=समुद्रवन्ति यस्मात् सः) प्रदीप्त पिण्ड, तारा बगैरह उत्पन्न हुए। ऐसे ही एक दौड़ने वाले पिण्ड से अहोरात्र (अपनी धुरी पर दिया हुआ पृथ्वी का एक चक्कर) का निर्माण करता हुआ संवत्सर (सूर्य के चारों ओर, पृथ्वी का एक पूरा भ्रमण) उत्पन्न हुआ। धाता ने (धन-शृण विद्युत् के संयुक्त अंशों ने) पहिले की तरह ही सूर्य, चन्द्रमा, प्रदीप्त आकाश, अन्तरिक्ष (हमारे ऊपर का वायु-मण्डल) और पृथ्वी की रचना की।

“हे महान्, कर्म-विमुक्त्य तुमको मने ही “तप” का आदेश दिया है। तप मेरा साक्षात् हृदय है और मैं ही तप का आत्मा हूँ। तप से ही मैं इसविश्व-प्रपञ्च को उत्पन्न करता हूँ, फिरतपसे ही उसको यापिस प्रस लेता हूँ और (इस बीच) तप से ही मैं इसको बनाए रखता हूँ। तप मेरा दुरचर धर्म है।

उपनिषदोंमें बारबार ‘स तपोऽवप्यत’ कहा गया है। लगता है जैसे ‘तप’ एक शक्ति-उत्पादक यन्त्र generator है और साथ ही एक महान् शक्ति-भण्डार power house भी, जो सारे विश्व को, निरन्तर, शक्ति और गति देता रहता है।

शून्य (कान्त-क्षेत्र) और उस पर आधारित सत्य (प्रोटन और एलेक्ट्रॉन कण) ही इस विश्व के मूल में हैं। सत्य अपना आधार सृष्ट को ही बनाए हुए है और उससे ही शक्ति और गति प्राप्त करता है, इस बात को ऋग्वेदोपनिषद् के एक उत्सव श्रुति ने इन धार्मिक शब्दों में व्यक्त किया है :—

“ऋतम्यिबन्तो सुव्रतस्य लोके गुह्यम्विष्टो परमे परार्थे। द्याया-
नपो विश्वविदो यदन्ति” “सृष्टि के आदिम रूप में, गुहा (अणु के खोल) में प्रविष्ट हुए द्याया और आवप (शून्य और धन विणु-कण) इस विश्व के निर्माण के लिए शून्य (कान्त-क्षेत्र) को पीते रहते हैं—उससे ही अपना रूप, गति और शक्ति-सामर्थ्य लेते रहते हैं।

अणु के नाभि-केन्द्र को विलग्नित कर वैज्ञानिकों ने उसमें से भोपय संहारक शक्ति और करोड़ों वाल्ट volts के ताप को

निकाल बाहर किया जिसने द्वितीय महायुद्ध के अवसान-काल में जापानी स्त्री पुरुषों को मृत्यु के आँसू मिलाया। यह शक्ति और ताप ही हिन्दू पुराणों का मंदारक देवता रुद्र है जिनके नाम का अर्थ ही है मडाने वाले (रुद्राच्यति इति रुद्रः)। उनके विषय में यह भी कहा गया है कि वह (रुद्र) समाधि लगाए निरन्तर तप करते रहते हैं—तप, जो ईश्वर का साक्षात् रूप है। गोस्वामी तुलसीदासजी ने भी यही कहा है ; “तप बल संभु करहि संहारा।”

प्रोटन या अणु-नाभिक के विखण्डन होने पर शक्ति और ताप के अलावा, एक और भी कण बाहर निकल पड़ता है जिसे वैज्ञानिकों ने न्यूट्रन neutron नाम दिया है। इस न्यूट्रन ने उन वैज्ञानिकों को काफी उलझन में डाल दिया है। प्रत्येक अणु में यह कण मौजूद रहते हैं। अणुओं के निर्माण में और उनको विस्फोट कराने में इन कणों का महत्वपूर्ण योगदान होता है। शायद यह न्यूट्रन कण ही है जिनको लेकर एक उपनिषद् में कहा गया है ; “तस्मिन्नातदेवानुप्राविशत्” ; (उसको, विश्व को, रचकर वह उसमें स्वयं भी प्रवेश कर गया)।

भौतिक-विज्ञान के सिद्धान्त-वादी पण्डित, अपने कन्घे उचका कर, यह पूछ बैठेंगे कि यदि ईश्वर है तो क्यों नहीं वह उसे देख पाते ? इसके जवाब में हम भी उनसे पूछेंगे कि क्या उन्होंने एक ‘ग्रेविटन’ Graviton (पृष्ठ ४१०) को कभी मत्स्य देखा है ? यदि नहीं; तो क्यों वह उसके अलक्ष्य अस्तित्व

को मान्यता देते हैं ? महज उसके प्रत्यक्ष दिखाई देनेवाले असरों के आधार पर ही तो ?

सर्व-व्यापी ईश्वर के प्रभाव भी प्रत्यक्ष हैं। अनन्त में (in space) सर्वत्र उसकी सत्ता है—आप और मैं, पशु और पक्षी, पेड़ और पौधे, पहाड़ और महासागर, तारे और नीहारिकाएँ—सब उसके ही मूर्त रूप हैं; उसके ही प्रभाव हैं और उसीमें अपनी गति, स्थिति और लय करते रहते हैं। ईश्वरको प्रत्यक्ष देखना चाहें तो आप एक समष्टि रूप में देखिए अपने सामने फैले हुए समूचे विश्वको और व्यष्टि-रूपमें देखिये विश्वकी पत्येक इकाई को ; उसे देखिये उदू के एक शायरकी नज़र से :—

कि हर रौ में जलवा तेरा दू-ब-दू है;

जिधर देखता हूँ उधर तूँ ही तूँ है।

एक बार और हम कह देते हैं कि आजतक जाने गये वैज्ञानिक तथ्या के आधार पर ही हमने रेखा-चित्र ३८ में ईश्वर के एक सम्भव रूप का कल्पना-गत खाका खोचा है। ईश्वर सर्वत्र व्याप्त हैं—चर, अचर, सचेतन और अचेतन ; सभ में। इन सभी भूत सगों की—चेतनशील और अचेतन की—अपने भीतर व्याप्त ईश्वरके स्वरूपकी कल्पनाएँ, अपने अपने रूपोंके अनुसार ही हैं। मनुष्य ने अपनी कल्पना में ईश्वर को अपने ही रूप में, मनुष्य के रूप में, चित्रित किया ; मनुष्य की तरह ईश्वर के भी हाथ, पाँव और मुँह हैं। हाँ; अलवत्ता ईश्वरमें शक्ति की अति-शायता प्रदर्शित करने के लिए दो की जगह उनके चार हाथाँ

एक सूक्ष्म सूत्र ऐसा दौड़ रहा था जो माला के मनकों की तरह उन सब को आपस में जोड़े हुआ था। वह सूत्र था, विश्व के एक निर्माता ईश्वर के अस्तित्व में दृढ़ विश्वास।

कुछ सौ वर्षों पहिले तक, मनुष्य के धार्मिक विश्वास और विज्ञान हमराही थे; हाथ में हाथ डाले बड़े चले जा रहे थे। पहिले २०० वर्षों में विज्ञान ने प्रत्यक्षवाद का लबादा उठाकर थोड़ लिया और धर्म का साथ छोड़कर अकेला अपने खुने हुए मार्ग पर चल निकला। आज, इतने वर्ष बीतने पर, दोनों पुराने साथी, धर्म और विज्ञान, अपने भिन्न मार्गों पर चलते हुए, एक बार फिर, अपने अपने गन्तव्य मार्गों को एक चौड़े महापथ में आकर मिलते देख रहे हैं—उस महापथ में जिसकी आखिर मज्जिल है, ईश्वर।

संयुक्त-राष्ट्र अमेरिका के यशस्वी राष्ट्रपति अब्राहम लिंकन के चिरस्मरणीय शब्दों में हम भी कहते हैं कि *I can see how it might be possible to look down upon the Earth and be an athiest, but I cannot conceive how any man could look into the heavens and say, there is no God*". अर्थात्, यह तो मैं समझ सकता हूँ कि पृथ्वी पर, नीचे की ओर, देखकर तो नास्तिक बना भी जा सकता है; परन्तु मेरी समझ में यह नहीं आता कि ऊपर आकाश में देखकर कैसे कोई मनुष्य कह सकेगा कि ईश्वर नहीं है (अमेरिका के *The Catholic Mind* मासिक पत्र के मार्च १९५३, ई० के अङ्क से उद्धृत एक अंश)।

